

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

VI PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN Y III PROGRAMA DE MAESTRÍA EN
FLORICULTURA

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS HORMONAS DE
ENRAIZAMIENTO PARA TRES VARIEDADES DE CLAVEL (*Dianthus*
caryophyllus). LATACUNGA, COTOPAXI.

TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER
EN FLORICULTURA

MARÍA INÉS SANGO DEFAZ

QUITO-ECUADOR

2013

DEDICATORIA

*A mi esposo Marco,
a mis padres Antonia y Feliciano,
a mis hijos José y Toño y
a mis hermanas Elvia, Erlinda e Isabel.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por todo lo que me regala cada día, a la empresa “M&J Flowers” por la oportunidad que me brindaron, a todos los familiares y amigos que de una u otra forma me ayudaron a la realización del presente documento. Un especial agradecimiento al Dr. Marcelo Calvache, Ing. Mario Lalama, Ing. Ramiro Velastegui, Dra. Magdalena López y al personal de posgrado.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, María Inés Sango Defaz en calidad de autor del trabajo de tesis realizada sobre.

“EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO PARA TRES VARIEDADES DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi.” “EVALUATION OF FOUR SUBSTRATES AND TWO ROOTING HORMONES FOR THREE VARIETIES OF CARNATION (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi.” Por la presente autorizó a la **UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de propiedad intelectual y su reglamento.

Quito, 27 de febrero de 2013



MARÍA INÉS SANGO DEFAZ

CI 1712059987

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de graduación cuyo título es “**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO PARA TRES VARIEDADES DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi.**”, presentado por la Ing. María Inés Sango Defaz previo a la obtención del título de Magister en Ciencias, considero que el presente trabajo reúne los requisitos necesarios.

Quito, 27 de febrero del 2013



Ing.Agr. Marcelo Calvache U., Ph D.

TUTOR

Quito, 27 de febrero del 2013

Ingeniero

Carlos Luzuriaga

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO-COORDINADOR**

Presente.

Señor Director:

Luego de la revisión técnica realizada por mi persona del trabajo de graduación **“EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO PARA TRES VARIEDADES DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi”**, llevado a cabo por parte de la Ing. María Inés Sango D. Egresada del Instituto de Posgrado, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente la indicada estudiante podrá continuar con los tramites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, reitero mi agradecimiento.

Atentamente,



Ing.Agr. Marcelo Calvache U., PhD.

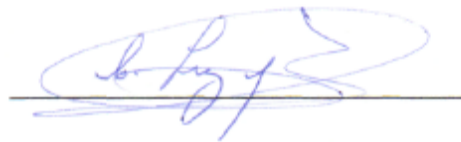
TUTOR

**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS HORMONAS DE
ENRAIZAMIENTO PARA TRES VARIEDADES DE CLAVEL
(*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi.”**

APROBADO POR:

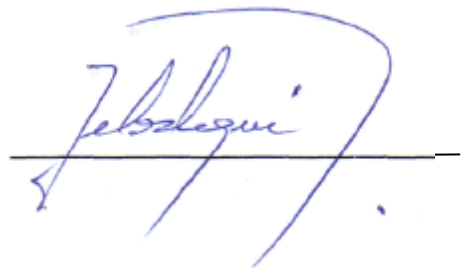
Ing. Agr. Carlos Luzuriaga, M.Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

A blue ink signature of Carlos Luzuriaga, written over a horizontal line.

Ing. Agr. Ramiro Velasteguí, Ph D.

PRIMER VOCAL PRINCIPAL

A blue ink signature of Ramiro Velasteguí, written over a horizontal line.

Dra. Magdalena López, Ph D.

SEGUNDO VOCAL PRINCIPAL

A blue ink signature of Magdalena López, written over a horizontal line.

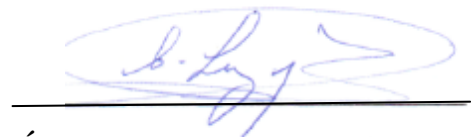
Ing. Agr. Marcelo Calvache U., PhD.

TUTOR

A blue ink signature of Marcelo Calvache U., written over a horizontal line.

Ing. Carlos Luzuriaga, M.Sc.

**DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO-COORDINADOR**

A blue ink signature of Carlos Luzuriaga, written over a horizontal line.

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO REFERENCIAL PROFESIONAL	3
2.1. PROPAGACIÓN	3
2.1.1. Fundamentos del enraizamiento	3
2.1.2. Sustratos de enraizamiento	6
2.1.3. Procesos de enraizamiento	8
2.2. HORMONAS VEGETALES O BIORREGULADORES	11
2.2.1. Auxinas	11
2.3. SUSTRATOS USADOS EN EL ENSAYO	15
2.3.1. Klasmann base	15
2.3.2. Cascarilla de arroz	17
2.3.3. Cascajo pomina o piedra pómez	18
2.3.4. Materia orgánica	18
2.4. VARIEDADES	19
2.4.1. Variedad Nelson	19
2.4.2. Variedad Delphi	19
2.4.3. Variedad Tundra	19
3. METODOLOGÍA	20
3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	20

CAPÍTULO	PÁGINAS
3.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS	20
3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL	21
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	21
3.4.1. Sustratos de enraizamiento	21
3.4.2. Hormonas de enraizamiento	21
3.4.3. Variedades	22
3.5. INTERACCIONES	22
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	23
3.7. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	23
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
3.9. MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
4.1. PESO DE ESQUEJES ENRAIZADOS	27
4.2. DIÁMETRO DE LA CORONA	33
4.3. LONGITUD DE LA PLANTA	40
4.4. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA	45
4.5. VOLUMEN DE RAIZ	52
4.6. ESQUEJES ENRAIZADOS	60
4.7. ANÁLISIS ECONÓMICO	68
5. CONCLUSIONES	70
6. RECOMENDACIONES	71
7. RESUMEN	72

CAPÍTULO	PÁGINAS
8. PROPUESTA TÉCNICA	76
9. BIBLIOGRAFÍA	77
10. ILUSTRACIONES Y ANEXOS	80

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS	PÁG.
1. Distribución de los tratamientos del ensayo experimental.	80
2. Esquema de una Bandeja de enraizamiento y la disposición de la unidad experimental en la misma.	81
3. Datos para el análisis económico.	82
4. Fotografías	83

LISTA DE CUADROS

CUADROS	PÁG.
1. Auxinas utilizadas en procesos de enraizamiento.	13
2. Características Físicas y Químicas del Sustrato Base Klasman.	16
3. Descripción de las interacciones implementadas en el ensayo.	22
4. Esquema del análisis de varianza aplicado en las variables evaluadas en el ensayo.	25
5. Análisis de varianza para el peso de esquejes enraizados	27
6. Prueba de Tukey al 5% del peso de esquejes enraizados para sustratos, hormonas y variedades.	28
7. Prueba de Tukey al 5% del peso de esquejes enraizados para la interacción SxH	30
8. Promedios del peso de esquejes enraizados para la interacción SxV	31
9. Promedios del peso de esquejes enraizados para la interacción HxV	31
10. Promedios del peso de esquejes enraizados para la interacción SxHxV	32
11. Análisis de varianza para diámetro de la corona	33
12. Promedios y prueba de Tukey al 5% del diámetro de la corona para sustratos, hormonas y variedades	34
13. Prueba de Tukey al 5% del diámetro de la corona para la interacción SxH	36
14. Promedios del diámetro de la corona para la interacción SxV	37
15. Promedios del diámetro de la corona para la interacción SxV	38

CUADROS	PÁG.
16. Prueba de Tukey al 5% del diámetro de la corona para SxHxV	39
17. Análisis de varianza para longitud de planta	40
18. Prueba de Tukey al 5% y promedios de longitud de planta para sustratos, hormonas y variedades	41
19. Prueba de Tukey al 5% de longitud de planta para la interacción SxV	42
20. Promedios de longitud de planta para la interacción SxH	43
21. Promedios de longitud de planta para la interacción HxV	44
22. Promedios de longitud de planta para la interacción SxHxV	45
23. Análisis de varianza para número de hojas por planta	45
24. Prueba Tukey al 5% del número de hojas por planta para sustratos, hormonas y variedades	46
25. Prueba Tukey al 5% del número de hojas por planta para la interacción SxH	48
26. Promedios del número de hojas por planta para la interacción SxV	49
27. Prueba Tukey al 5% del número de hojas por planta para la interacción HxV	50
28. Promedios del número de hojas por planta para la interacción SxHxV	51
29. Análisis de varianza del volumen de raíz	52
30. Prueba Tukey al 5% del volumen de raíz para sustratos, hormonas y variedades	53
31. Tukey al 5% del volumen de raíz para SxH	56
32. Tukey al 5% del volumen de raíz para SxV	57

CUADROS	PÁG.
33. Tukey al 5% del volumen de raíz para HxV	58
34. Tukey al 5% del volumen de raíz para SxHxV	60
35. Análisis de varianza para esquejes enraizados	61
36. Prueba Tukey al 5% de esquejes enraizados para sustratos, hormonas y variedades	62
37. Promedio del porcentaje de esquejes enraizados para SxH	65
38. Promedio de esquejes enraizados para SxV	65
39. Prueba Tukey al 5% de esquejes enraizados para HxV	66
40. Prueba Tukey al 5% de esquejes enraizados para SxHxV	67
41. Resumen del análisis marginal	69

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	PÁG.
1. Peso de esquejes enraizados para sustratos	29
2. Peso de esquejes enraizados para hormonas	29
3. Peso de esquejes enraizados para variedades	29
4. Peso de esquejes enraizados para SxH	30
5. Diámetro de la corona para hormonas	35
6. Diámetro de la corona para variedades	35
7. Diámetro de la corona para la interacción SxH	37
8. Longitud de planta para sustratos	42
9. Longitud de planta para la interacción SxV	43
10. Número de hojas por planta para sustratos	47
11. Número de hojas por planta para hormonas	47
12. Número de hojas por planta para variedades	48
13. Número de hojas por planta para la interacción SxH	49
14. Número de hojas por planta para la interacción HxV	50
15. Volumen de raíz por planta para sustratos	54
16. Volumen de raíz por planta para hormonas	55
17. Volumen de raíz por planta para variedades	55
18. Volumen de raíz por planta para SxH	57
19. Volumen de raíz por planta para SxV	58

CUADROS	PÁG.
20. Volumen de raíz por planta para HxV	59
21. Volumen de raíz por planta para SxHxV	
22. Porcentaje de esquejes enraizados para sustratos	62
23. Promedio de esquejes enraizados para hormonas	64
24. Promedio de esquejes enraizados para variedades	64
25. Promedio de esquejes enraizados para HxV	66
26. Promedio de esquejes enraizados para SxHxV	68

EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO PARA TRES VARIEDADES DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi

EVALUATION OF FOUR SUBSTRATES AND TWO ROOTING HORMONES FOR THREE VARIETIES OF CARNATION (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi

RESUMEN

En Cotopaxi, Latacunga a 3200 msnm, en la empresa florícola M&J Flowers se evaluó cuatro sustratos y dos hormonas de enraizamiento para tres variedades de clavel. Los factores en estudio fueron: 1. Sustratos de enraizamiento (Klasmann, Klasmann + cascarilla de arroz, Klasmann + cascajo y Cascajo + material orgánica); 2. Hormonas de enraizamiento (Hormonagro, Rooting cut clavel y sin Hormona de enraizamiento); 3. Variedades (Delphi, Nelson y Tundra). Las variables evaluadas fueron: Peso de los esquejes enraizados, volumen radicular al momento del trasplante, diámetro de la corona radicular, porcentaje de esquejes enraizados, longitud del esqueje, número de hojas y análisis económico costo-beneficio. Los resultados más relevantes son: El sustrato que presentó mejores respuestas fue s1 (Klasmann) en volumen de raíz y porcentaje de esquejes enraizados con $2,36 \text{ cm}^3 \text{ planta}^{-1}$ y 77.14 % respectivamente. La hormona de enraizamiento que mejor respondió fue h2 (Rooting cut clavel) en diámetro de la corona radicular (0.67 cm), número de hojas (6.438 hojas), volumen radicular (2.54 cm^3) y porcentaje de esquejes enraizados (92,88%). La variedad v3 (Tundra) presentó las mejores características de enraizamiento en todas las variables, excepto en número de hojas. La interacción s2h2v3 (Klasmann+cascarilla de arroz, Rooting Cut clavel, Tundra) presentó el 100 % de esquejes enraizados. En el análisis económico la interacción s2h1 (Klasmann+cascarilla de arroz, Rooting Cut clavel) mostró el mayor beneficio neto de 1055.06 dólares en un mes.

PALABRAS CLAVES: ENRAIZAMIENTO, PROPAGACIÓN, AUXINAS, TURBA.

SUMMARY

In floriculture company M & J Flowers, Latacunga, Cotopaxi, at 3200 masl we evaluated four substrates and two rooting hormones for three varieties of carnation. The factors studied were: 1. Rooting substrates (Klasmann, Klasmann + rice husk, gravel and rubble Klasmann+organic matter) 2. Rooting hormones (Hormonagro, Rooting Hormone cut carnation without rooting) 3. Varieties (Delphi, Nelson and Tundra). The variables evaluated were: Weight of rooted cuttings, root volume at transplanting, root crown diameter, percentage of rooted cuttings, cutting length, number of leaves and economic cost-benefit analysis. The most relevant results were: s1 (Klasmann) was the substrate that presented better response regarding root volume and percentage of rooted cuttings with $2.36 \text{ cm}^3 \text{ plant}^{-1}$ and 77.14% respectively. The best rooting hormone was h2 (Rooting cut carnation) in root crown diameter (0.67 cm), number of leaves (6438 leaves), root volume (2.54 cm^3) and percentage of rooted cuttings (92.88%) . The variety v3 (Tundra) presented the best characteristics of rooting in all variables except number of leaves. The interaction s2h2v3 (Klasmann + rice husk, Rooting Cut carnation, Tundra) presented 100% of rooted cuttings. In economic analysis s2h1 interaction (Klasmann + rice husk, Rooting Cut carnation) showed the highest net profit of 1055.06 dollars a month.

KEY WORDS: rooting, propagation, auxin, peat.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las flores ecuatorianas se hallan posesionadas en los mercados internacionales donde son reconocidas por su excelente calidad. El país exporta productos de especies ornamentales a casi 80 diferentes destinos del mundo, siendo los principales: Estados Unidos, Holanda, Rusia, Alemania, Italia, Canadá, Francia, Suiza, España (SESA, 2008). La actividad florícola es una de las actividades de mayor rentabilidad en el Ecuador y se constituye en una importante fuente de ingreso para el país, genera un alto ingreso de divisas, y contribuye a la creación de miles de puestos de trabajos directos e indirectos, según cifras del Banco Central del Ecuador (BCE), en 2006 el Producto Interno Bruto (PIB) del sector floricultor alcanzó los 297.7 millones de dólares. Según Expoflores en el 2006 el sector florícola habría demandado 76758 empleos directos y otros 43120 indirectos. Los sectores rurales en donde se desarrolla la floricultura han visto una revitalización de su actividad comercial interna, hecho que ha contribuido al mantenimiento y mejoramiento de la calidad de vida de la población (SESA, 2008).

En el 2006 el valor FOB de las principales exportaciones de flores fueron: Rosas 309 150.79, gypsophylia 50871.39, y clavel 3894.25 miles de dólares, respectivamente. Aunque el cultivo de rosas ha predominado desde el inicio de la actividad florícola, existen otras especies que comienzan a desarrollarse y tomar importancia en la producción nacional entre ellas se encuentra el clavel (SESA, 2008). La flor ecuatoriana ha ganado una posición muy importante en el mercado ruso por su alta calidad y están dispuestos a pagar los mejores precios. Entre los productos que se exportan están: rosas, gypsophylia, clavel entre otras (Arévalo, 2008).

Dada la importancia que está tomando el cultivo de clavel tanto a nivel nacional y particularmente en la provincia de Cotopaxi y considerando además que la planta de clavel presenta una vida útil de 2 años aproximadamente (Ronquillo, 1998), se hace necesario que se deba proveer de plántulas periódicamente, para lo cual se debe enraizar esquejes obtenidos a partir de plantas madre. Dicha actividad se la ha venido realizando de diferentes maneras en las empresas productoras de clavel, sin que hasta el momento exista una investigación que valide los procesos ejecutados por las mismas o que se haya determinado las mejores condiciones para obtener plántulas de clavel de buena calidad, lo cual es imprescindible y determinante para una producción exitosa (Pizano, 2000).

Tomando en consideración lo antes mencionado se cree necesario aportar con tecnologías que permitan determinar las técnicas y materias primas más adecuadas para obtener plántulas de clavel de buena calidad, para lo cual se llevó a cabo el presente ensayo, con los siguientes objetivos.

A. OBJETIVO GENERAL

Evaluar cuatro sustratos y dos hormonas de enraizamiento para tres variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*) en la zona de Aláquez - Cotopaxi.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el mejor sustrato para enraizamiento de plántulas de clavel.
2. Identificar la mejor hormona para enraizamiento de plántulas de clavel.
3. Determinar la respuesta de las tres variedades a los diferentes sustratos y enraizantes de plántulas de clavel.
4. Identificar la interacción de los factores en estudio.
5. Realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio.

2. MARCO REFERENCIAL PROFESIONAL

2.5. PROPAGACIÓN

La propagación del clavel por medio de esquejes se ha simplificado enormemente durante el último medio siglo. Hace 30 años la única fuente de este material eran los propagadores especializados que suministraban material vegetal enraizado a los productores; en la actualidad la mayoría de los cultivadores comerciales han integrado la propagación en forma vertical a sus sistemas de producción (Pizano, 2000).

La capacidad de muchas plantas para formar raíces en estacas y/o esquejes colocadas en condiciones favorables de crecimiento tienen un gran valor de propagación en las plantas (Weaver, 1976).

1. Fundamentos del enraizamiento (Weaver, 1976)

a. Desarrollo anatómico de las raíces

La mayoría de las raíces adventicias de estacas de tallos de plantas herbáceas (esqueje) proceden de grupos de células parenquimáticas vivas de paredes delgadas, capaces de tornarse meristemáticas. En las estacas de herbáceas esas células se encuentran precisamente fuera de los haces vasculares y entre ellos.

Las partes iniciales de la raíz son grupos pequeños de células meristemáticas que siguen dividiendo y formando grupos compuestos de muchas células pequeñas y que se desarrollan más ampliamente para formar primordios nuevos de raíces reconocibles. La división celular continúa y muy pronto cada grupo de células comienza a formar una estructura de puntas de raíces. Se desarrolla un sistema vascular en el nuevo primordio de raíces, crece hacia el exterior a través de la corteza y la epidermis, surgiendo del tallo.

Las raíces que surgen después de la aplicación de reguladores del crecimiento vegetal son de origen similar a las producidas normalmente; no obstante, tanto las características de las raíces como su disposición en el tallo pueden variar considerablemente. Las concentraciones altas de reguladores de crecimiento pueden producir anomalías en la formación de raíces y necrosis en los tejidos.

Los cambios anatómicos que pueden presentar en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro etapas:

Desdiferenciación de las células maduras específicas.

Formación de iniciales de raíces en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se vuelven meristemáticas por desdiferenciación.

Desarrollo subsiguiente de estas iniciales de raíz en primordios de raíces orgánicas.

Desarrollo y emergencia de estos primordios hacia fuera a través del tejido del tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca (Hartmann y Kester, 1998).

b. Bases fisiológicas de la formación de raíces

1). Sustancias exógenas de enraizamiento

Entre las sustancias exógenas de enraizamiento tenemos las siguientes: Auxinas, giberelinas, citoquinina y etileno. Cada uno de éstos puede actuar como promotor en la formación de raíces o como inhibidor, de acuerdo al lugar donde se encuentren y su concentración.

2). Cofactores necesarios para el enraizamiento

El buen enraizamiento depende de la presencia en las estacas de cierto número de cofactores que en combinación con las auxinas permiten que las estacas echen raíces; la fuente de esos factores son por lo común las hojas. La pérdida de hojas de las estacas reduce considerablemente las probabilidades de enraizamiento. Los materiales nitrogenados y azúcares producidos en las hojas son quizá cofactores del enraizamiento. También hay pruebas de que ciertos compuestos fenólicos (como el Ácido caféico, el catecol y el ácido clorogánico) interactúan con las auxinas al inducir la iniciación de las raíces.

3). Inhibidores endógenos

Existe otra teoría del por qué ciertas estacas tienen dificultad para emitir raíces y es la presencia de sustancias inhibitoras en cantidades lo bastante altas para ocultar los efectos de las sustancias promotoras presentes. Se han encontrado inhibidores en tallos de alternatera, coleo, crisantemo, geranio y clavel; sin embargo no pudieron encontrar correlación entre la presencia de inhibidores y la facilidad de enraizamiento de las estacas (Weaver, 1976).

c. Utilización de reguladores de crecimiento

La mayoría de propagadores tratan la base de los esquejes con sustancias estimulantes del enraizamiento (Pizano, 2000).

Entre los que comúnmente se utilizan, uno de los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina IBA (Ácido Indol Butírico) que tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas

destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta. Un producto químico persistente resulta muy eficaz como estimulante de las raíces. Debido a que el IBA se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. Los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada.

Otra auxina excelente utilizada con frecuencia en la promoción de raíces es el NAA (Ácido Naftalen-acético). Sin embargo este compuesto es más tóxico que el IBA y deben evitarse las concentraciones excesivas de NAA por el peligro de provocar daños a la planta.

El IBA y el NAA resultan más efectivos en la inducción del enraizamiento que el IAA (ácido indol acético). El IAA es muy inestable en las plantas y se descomponen rápidamente en soluciones no esterilizadas aun cuando permanece activo en soluciones estériles durante varios meses. Los rayos fuertes del sol pueden destruir en 15 minutos una solución de 10 ppm de IAA.

Factores importantes que hay que tomar en cuenta en la utilización de auxinas son la duración en el tiempo de aplicación, la tensión de humedad en las estaca, la posición de aplicación de la auxina en la base de la estaca, y la profundidad de aplicación (Howard, 1973).

d. Métodos de aplicación de hormonas de enraizamiento

Existen varios métodos para la aplicación de cantidades suficientes de reguladores de crecimiento a las estacas o esquejes que estimulen el enraizamiento, sin embargo los métodos más aplicados son:

2.1.1.4.1. Método de Aspersión atomizada

La mayoría de los propagadores de clavel tratan la base de los esquejes con sustancias estimulantes del enraizamiento; el compuesto preferido a sido por tradición el Ácido Indolbutírico (AIB) que debe ser disuelto y diluido en alcohol de laboratorio y agua destilada. También existen preparaciones comerciales muy buenas, la mejor forma de aplicarlo es mediante una aspersión atomizada dirigida a la base de los esquejes aun en racimos, colocados de manera que los extremos sobresalgan del borde de una mesa limpia (Pizano, 2000).

2.1.1.4.2. Método de inmersión rápida

En este método, los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente durante cinco segundos en una solución concentrada (500 – 1000 ppm) del producto químico en alcohol. El producto químico puede absorberse a través del tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en los extremos apicales o basales de las estacas. Luego las estacas se colocan inmediatamente en el medio de enraizamiento (Weaver, 1976).

2.1.1.4.3. Método de remojo prolongado

En este método se prepara una solución madre concentrada de auxinas, con etanol al 95%, y luego se diluye en agua para obtener la dosis deseada. Las concentraciones usadas varían desde 20 ppm en las especies de fácil enraizamiento, hasta 200 ppm en las de enraizamiento difícil. Las estacas (solo 2,54 cm) se remojan en la solución durante 24 horas en un lugar sombreado y a la temperatura ambiente, colocándolos inmediatamente en el medio de enraizamiento. La cantidad de compuesto químico absorbido por cada corte depende de las condiciones ambientales y las especies utilizadas (Weaver, 1976).

2.1.1.4.4. Método de espolvoreo

En este método la base de la estaca se trata con una hormona de crecimiento mezclada con un portador (un polvo fino inerte) que puede ser arcilla o talco) deben utilizarse aproximadamente 200 – 1000 ppm. Se emplean dos métodos principales para preparar la mezcla de tratamiento; uno de ellos es moler los cristales de auxina a fin de formar un polvo fino y a empapar el portador en una solución alcohólica de sustancias de crecimiento, dejando luego que se evapore el alcohol, a fin de que el portador permanezca en forma de polvo (Weaver, 1976).

2. Sustratos de enraizamiento

Un sustrato es cualquier material o combinación de materiales utilizado para proporcionar soporte, retención de agua, aireación o retención de nutrientes para el desarrollo de las plántulas (Pizano, 2000).

La decisión más importante, clave para el enraizamiento exitoso de los esquejes de clavel, reside en el sustrato utilizado. El costo es por supuesto un factor limitante, dado el volumen requerido. El material debe estar libre de contaminación a través de esterilización con vapor o algún otro método. Los requisitos técnicos de un buen sustrato son (Pizano, 2000; Reed, 1999):

- Porosidad adecuada para la propagación por nebulización.
- pH entre 6,5 – 6,8 (pueden hacerse ajustes).
- Niveles mínimos de sales solubles.
- Peso relativamente ligero al encontrarse en capacidad de campo.
- Calidad uniforme y consistente.
- Disponible en cantidad suficiente.
- Adaptabilidad de los esquejes al sustrato al sembrar en campo.

a. Componentes de los sustratos

La mayoría de los sustratos que existen en la actualidad son mezclas de uno o dos componentes, pero las propiedades físicas y químicas del medio resultante no siempre son iguales a la suma de las partes. Al mezclar diferentes sustratos apropiados para el enraizamiento, las propiedades químicas y físicas de los componentes “contraen matrimonio” formando nuevas propiedades que son diferentes a las de los componentes individuales (Reed, 1999).

b. Aireación del sustrato

En los sustratos que actualmente se utilizan al menos tres factores determinan las cantidades de aire y agua contenidos en un sustrato: el recipiente utilizado para la producción, el manejo del sustrato antes de colocar la planta en dicho recipiente (compactación, contenido de humedad, técnica de llenado) y las prácticas de irrigación.

c. Funciones del sustrato

Un sustrato cumple cuatro funciones: 1) Proporcionar agua, 2) Suministrar nutrientes, 3) Permitir el intercambio de gases desde y hacia las raíces y 4) proporcionar soporte a las plantas. Desafortunadamente lo anterior ha sido mal interpretado, al asumir que estas propiedades estarán presentes tan pronto se mezclen los componentes la única función que está garantizada después de mezclar es el soporte de las plantas. Las otras tres son controladas por el productor (Reed, 1999).

d. Propiedades de los sustratos

Las propiedades físicas de un sustrato son consideradas las más importantes, ya que si estas son inadecuadas, difícilmente se podrán mejorar repercutiendo así en la calidad de la producción, por lo que su caracterización previa es importante (Ansorena, 1994; Cabrera, 1999).

1). Propiedades Químicas (Cadahia, 2000; Reed, 1999)

pH es una medida de la concentración de iones hidrogeno (H^+) presentes en la solución del sustrato que controla la disponibilidad de todos los nutrientes a las plantas. Un pH de 7 es neutro, por debajo de 7 ácido, y por encima de ese valor alcalino o básico. En los sustratos que no contienen tierra el rango del pH óptimo es entre 5,4 y 6,0 y en aquellos en que más del 20% es suelo mineral entre 6,2 y 6,8.

Capacidad de intercambio catiónico es una medida de la actitud de un sustrato para contener los nutrientes que se encuentran en él, y se define como la suma de cationes intercambiables (nutrientes de carga positiva) que el sustrato puede retener por unidad de peso. En los suelos naturales ellos se expresan generalmente en términos de miliequivalentes por 100g de sustrato

(me/100g), pero en los sustratos sin tierra se acostumbra medirla como miliequivalentes por 100 cm³ (me/100 cm³). Para que las reservas de nutrientes sean amplias la capacidad de intercambio de cationes debe ser alta (6-15 me/100 cm³).

Sales solubles son sales minerales disueltas presentes en un sustrato. Proviene de los fertilizantes, de impurezas en el agua de riego y de materia orgánica como el estiércol y otros componentes del medio de cultivo.

2). Propiedades Físicas (Cadahia, 2000; Reed, 1999)

Densidad aparente es la proporción de sólidos secos y el volumen fruto del sustrato. Un sustrato con densidad de masa ligera resulta más fácil de manejar y transportar.

Porosidad total es el volumen del sustrato o sus componentes que están compuestos por poros, es la fracción de volumen que proporciona al sustrato el contenido de agua y aire. La porosidad total más el porcentaje de sólidos igual al 100% del volumen del sustrato.

Agua no disponible es el porcentaje de volumen del sustrato o sus componentes en que existe agua que las plantas no pueden aprovechar. También se llama porcentaje de marchitez permanente (PMP) y consiste en una delgada película de agua tan estrechamente ligada a las partículas del sustrato que las raíces de la planta no la pueden arrancar.

Capacidad de agua disponible (CAD) es una medida de la cantidad de agua utilizable por las plantas que se encuentra dentro del sustrato.

Contenido de humedad es el porcentaje de humedad presente en un sustrato, en base a una masa mojada.

3. Proceso de enraizamiento

Los diferentes sustratos pueden ser organizados en recipientes (bandejas) plásticos con drenaje adecuados, si estos materiales se quieren reutilizar es necesario realizar una desinfección con una solución fuerte. Las bandejas deben ser lo suficientemente profundas para alojar completamente la raíz del esqueje; se puede poner unas sobre otras para más fácil almacenamiento y transporte al invernadero (Pizano, 2000).

La siembra de esquejes se puede llevar a cabo en un sitio aparte, no necesariamente bajo el ambiente del invernadero.

Antes de enterrar los esquejes el sustrato debe estar húmedo al menos hasta capacidad de germinación. Si se humedece cuando se encuentra relativamente seco, es recomendable voltearlo con alguna herramienta limpia, para asegurar una porosidad máxima. Después de nivelar el

material volteado, un riego ligero ayudara a preparar la superficie para el manejo previo a la siembra de esquejes. Hay que tener cuidado de no compactar el sustrato; la porosidad es sagrada (Pizano, 2000).

a. Pre tratamiento esqueje

Existe una interacción entre el tiempo y la temperatura la etapa de “pre tratamiento” (PT) debe realizarse a 10 – 12°C de manera que comience a formarse los primordios radiculares, fenómeno que ocurre internamente a nivel del floema y que no es visible a simple inspección. Los esquejes limpios pueden ser pre tratados durante una semana a esta temperatura; a mayor temperatura; por ejemplo 15 °C el efecto PT se obtiene en 3 o 4 días; si el tiempo es excesivo, los esquejes comenzarán a deteriorarse (Pizano, 2000).

b. Densidad de siembra

La densidad es otro factor que influye sobre el enraizamiento de los esquejes de clavel. Cuando es tan alta que el sustrato no puede verse, la temperatura del mismo podrá estar hasta 2°C más baja al medio día y los esquejes apretados se comenzaran a elongar al iniciarse el enraizamiento (12 – 15 días). A medida que la densidad es menor, resulta aún más esencial contar con una buena nebulización. Un esqueje grande se desarrollará mejor al ser sembrado a una densidad de 400 esquejes/m². Los esquejes más pequeños, de variedades miniaturas enraízan mejor a densidades de 900 a 1000/m². Una menor densidad permite al propagador “frenar” los esquejes durante varios días sin que se elongen o se amarillen las hojas basales (Pizano, 2000).

c. Condiciones climáticas

Mantener el invernadero cerrado, con la humedad relativa (HR) al 100% no sustituye la nebulización. Puesto que esta se basa en la teoría de la evaporación. Si se encuentra disponible una cantidad adecuada de CO₂ a nivel de las microláminas de las hojas, por algo de turbulencia aérea, la cual normalmente no existe dentro de un invernadero cerrado, los esquejes en proceso de enraizamiento ganan peso seco y fresco, producto de la fotosíntesis en presencia de niveles adecuados de CO₂ y luz (Pizano, 2000).

La relación de temperatura, es importante mantener diferencias de temperatura entre al aire, el follaje y el sustrato. Lo ideal es que el sustrato se encuentre varios °C por encima de la temperatura aérea, de manera que la base del esqueje sea la parte más activa fisiológicamente hablando. Los esquejes del clavel se deben enraizar rápidamente y se deben arrancar rápidamente antes de que se estimule el crecimiento aéreo y la elongación. La siguiente sería una situación ideal (Reed, 1999):

Sustrato (S) > aire (A) > follaje (F)

21°C 18°C 15°C

d. Sistema de riego (nebulización)

Los sistemas de nebulización intermitente son esenciales para que ocurra un enraizamiento rápido y uniforme. Más que proporcionar humedad, la evaporación de la niebla a través de la superficie foliar enfría los tejidos y cuando la temperatura foliar se encuentra por debajo de la temperatura del aire los estomas permanecen abiertos y las hojas túrgidas durante las horas del día. Ni la marchitez ni la pérdida del turgor puede tolerarse hasta que los esquejes estén bien enraizados. Puesto que la primera luz del amanecer hace que se abran los estomas, los ciclos de niebla deben comenzar en ese momento y terminar al anochecer. Puede ser recomendable mantener encendida la nebulización durante más tiempo durante periodos de alta luminosidad.

La densidad de los esquejes por m² interactúa con el volumen de niebla, mientras menor sea, más nebulización se requiere. Consideraciones para propagar con éxito utilizando riego por nebulización (Pizano, 2000):

- Utilizar agua limpia, a una presión adecuada, entre 40 y 60 psi.
- Aplicar un volumen uniforme a todo lo largo y ancho de la cama, 10 mm diarios deben ser suficientes.
- Evitar corrientes de aire y la deriva de la niebla
- Aplicar desde el amanecer hasta el anochecer
- Generalmente es ideal utilizar ciclos de apagado de 4 minutos
- Los ciclos de encendido deben ser de 8 a 16 segundos, dependiendo de la presión y el escurrimiento durante el ciclo apagado
- Revisar al menos a diario los emisores (aspersores) para ver que no estén tapados.
- Utilizar bombas, controles y personal confiables, particularmente durante los fines de semana.
- Contar con un buen sistema de emergencia o retroalimentación: - Bombas de gasolina listas para utilizar, válvulas manuales de “by pass” para sobrepasar las selenoides, aspersores de espalda como último recurso.
- Aumentar el tiempo durante el cual el sistema permanece “encendido” durante periodos de alta luminosidad.
- Siempre es mejor utilizar más riego que menos cuando se enraízan esquejes de clavel.
- El sustrato y las camas deben tener buen drenaje
- Usar siempre boquillas de buena calidad sobre líneas de riego bien niveladas.
- Hacer una aplicación de fertilizante líquido todas las mañanas una vez iniciado el enraizamiento.
- Sacar los esquejes antes de que enraícen demasiado o comiencen a alargarse.

e. Nutrición

Una vez el enraizamiento se inicia en la base del esqueje (12 a 15 días) éste se constituye en una planta nueva. Puesto que el sustrato no contiene nutrientes es recomendable aplicar diariamente una solución nutritiva completa; de otra manera se presentará la deficiencia por dilución, produciéndose esquejes duros, que se establecen lentamente después de la siembra.

El mejor momento para realizar la aplicación o “drench” nutritivo es la mañana; se puede utilizar doble concentración mientras los ciclos de nebulización aún se encuentren activos, antes de sacar los esquejes (Pizano, 2000).

2.6. HORMONAS VEGETALES O BIOREGULADORES

Se reconoce actualmente que la mayoría sino la totalidad de la actividad fisiológica de las plantas está regulada por un conjunto de sustancias químicas llamadas hormonas (Weaver, 1976).

En las plantas superiores la regulación y la coordinación del metabolismo, el crecimiento y la morfogénesis suele depender de señales que van de una parte a otra de la planta, mismas que producen moléculas de señalización (llamadas hormonas) que tienen funciones importantes en el desarrollo a concentraciones tremendamente bajas. Hasta hace muy poco se creía que el desarrollo vegetal estaba únicamente regulado por cinco hormonas: Auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno (Taiz, 2006). El regulador de crecimiento que se utiliza para enraizamiento es principalmente la auxina (Ross, 2000).

2.2.2. Auxinas

La auxina ocupa un lugar destacado al hablar de hormonas de vegetales porque fue la primera hormona descubierta en plantas. Existen diversos procesos de desarrollo controlados por las auxinas: como la elongación del tallo, la dominancia apical, la iniciación radical, el desarrollo del fruto y el crecimiento orientado o trópico (Taiz, 2006).

Según Latorre (1992) las hormonas de crecimiento con excepción de las oligosacarinas son pleotrópicas, es decir ejercen más de un efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas; además diferentes tejidos responden de diferente manera a la presencia de las auxinas.

a. Distribución de las auxinas en la planta

Las máximas concentraciones de auxina se encuentran en los ápices en crecimiento, es decir, en la punta del coleoptilo, en las yemas y en los ápices en crecimiento de las hojas y de las raíces. Sin embargo se encuentran también auxinas ampliamente distribuidas por la planta, sin duda alguna procedente de las regiones meristemáticas (Ross, 2000).

La auxina se encuentra en la planta de dos formas distintas; una susceptible de fácil extracción por métodos de difusión y otra mucha más difícil de extraer (en lo que requiere el empleo de disolventes orgánicos). La auxina de fácil extracción por lo que se denomina auxina libre y la difícil de extraer auxina combinada. Actualmente se admite de modo general que la auxina combinada es la forma activa en el crecimiento, mientras que la auxina libre corresponde al exceso de auxina que se encuentra en equilibrio con la auxina combinada (Bidwel, 1983).

b. Síntesis, movimiento e inactivación

El control hormonal puede lograrse por la operación de la hormona de manera específica o general o bien por el establecimiento de gradientes de concentración polarizados en los tejidos. Los gradientes se desarrollan por la síntesis localizada de una hormona por su movimiento o transporte y por su destrucción. El crecimiento parece ser un requisito para la síntesis de IAA y éste parece producirse principalmente en los ápices en desarrollo, hojas en expansión y tejidos con igual actividad meristemática. Hay problemas con respecto a la raíz; algunos experimentos sobre crecimiento radical sugieren que la auxina es el agente medidor en el control de la morfología de la raíz; parece más probable que la auxina presente en la raíz se transporte desde el tallo (Bidwel, 1983).

Las auxinas se producen casi continuamente por algunos tejidos de la planta; sin embargo no se acumulan en grandes cantidades. Esto significa que algún proceso, o procesos, de inactivación o de destrucción deben ocurrir en la planta. De hecho su inactividad es una parte importante del sistema por el que se, logran el control y la correlación del desarrollo, pues la concentración de auxinas en un sitio dado es proporcional tanto a la tasa de su producción o transporte como a la tasa de su destrucción (Bidwel, 1983).

Una de las distinciones más importantes entre las auxinas naturales como el IAA y alguno de los herbicidas auxínicos sintéticos como los ácidos 2,4-Dicloro fenoxiacético (2,4-D) 02,4-5 tricolor fenoxiático (2, 4, 5-T) es que los compuestos sintéticos son más estables (Bidwel, 1983).

c. Estructura y actividad

Aún sin saber exactamente cómo y dónde ejerce la auxina sus efectos, ésta debe formar un complejo o reaccionar de algún modo con algún compuesto celular para modular la actividad química de la célula. Antiguamente se pensaba que era necesaria una estructura cerrada en anillo y una cadena lateral con un carboxilo como en el AIA, pero ciertas auxinas sintéticas carecen de estructura anillada (por ejemplo, carboximetil-tio-carbamato y algunas auxinas carecen del grupo carboxilo (por ejemplo, Indoletanol) se ha sugerido que hay 2 puntos de ligamento entre la molécula auxínica y sus sustratos, el grupo carboxilo y una carga positiva parcial en el anillo o en alguna otra parte de la molécula. Estos dos grupos deben estar separados por una distancia de 5,5

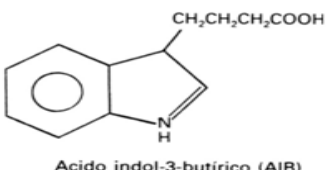
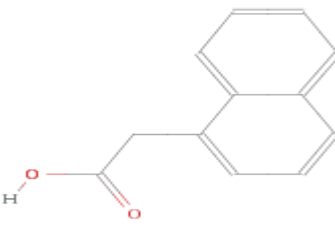
A°; para que el compuesto tenga actividad auxínica se considera hoy que la actividad proviene de 2, 3 o más puntos de interacción de la auxina y de sus sustrato a través de enlaces débiles, fuerzas de Vander Waals, atracción electrostática en enlaces de hidrógeno, o a la formación de complejos o transferencia de carga (Bidwel, 1983).

Una de las interrelaciones interesantes de estructura y función se tiene una serie auxínica del Indol. El AIA es activo, el ácido indolpropionico (IPA) es relativamente inactivo, el indolbutírico (IBA) es fuertemente activo, el ácido indolpentatónico es inactivo, etc. Los ácidos con un número par de carbonos en la cadena lateral son activos; un número impar de carbonos en la cadena lateral confiere inactividad. Una probable explicación es que en la cadena lateral se oxida dos carbonos a la vez por el ciclo de la β -oxidación; así, las cadenas laterales con número par se convertirán en IAA, que es la auxina activa, pero no pasaría así con las cadenas con número impar. La actividad de algunos compuestos que existen naturalmente (como el indolacetonitrilo y el indolacetoaldehído) se debe a su conversión a AIA en la planta (Bidwel, 1983).

d. Auxinas usadas para enraizamiento

La auxina sintética NAA suele ser mas eficaz que el IAA, al parecer porque no la destruye la IAA-oxidasa ni otras enzimas y, por consiguiente, persiste más tiempo. El Acido Indol Butírico (IBA) se utiliza para causar la formación de raíces aún más a menudo que la NAA o cualquier otra auxina.

CUADRO 1. Auxinas utilizadas en procesos de enraizamiento.

Nombre común	Nombre químico	Tipo de auxina	Estructura	Aplicaciones
IBA	Ácido indol-3-butírico	Natural		Enraizamiento
NAA	Ácido 1-naftilacético	Sintética (Regulador de crecimiento)		Enraizamiento Aclareo Retardante en caída de frutos

El IBA es activo pese a que se metaboliza con mayor rapidez a IBA-aspartato y, al menos, otro compuesto conjugado con un péptido. Se ha sugerido que la formación de conjugados almacena la IBA y que su liberación gradual mantiene niveles adecuados de concentración de IBA, especialmente en la etapas finales de la formación de la raíz (Ross, 2000).

Entre los compuestos con actividad auxínica empleados para estimular el enraizamiento de estaquillas destacan el IBA y el NAA, como se describen en el cuadro 1 (Pérez, 1994).

e. Efecto de las auxinas sobre las raíces y la formación de raíces

En las raíces el IAA está presente en concentraciones similares a las que tiene en muchas otras partes de la planta. Como se demostró en la década de los 30 la administración de auxinas promueve la elongación de secciones escindidas de raíces e incluso de raíces intactas de muchas especies, pero sólo en concentraciones extremadamente bajas (10^{-7} a 10^{-13} M, dependiendo de la especie y la edad de las raíces). Concentraciones mayores (pero aún bajas, de 1 a 10 μ Mol), casi siempre se inhibe la elongación. La suposición es que las células de la raíz suelen contener auxina suficiente o casi suficiente para la elongación normal. De hecho, muchas raíces cortadas crecen in-vitro durante días o semanas sin necesidad de agregar auxina, lo que indica que su posible necesidad de esta hormona queda satisfecha por su capacidad para sintetizarla (Ross, 2000).

Aunque la elongación de la raíz principal se inhibe a concentraciones de auxinas superiores a 10^{-8} M, la formación de las raíces (o ramificaciones) laterales y las raíces adventicias se estimula con niveles elevados de auxina. Las raíces laterales se encuentran normalmente sobre la zona de elongación y de los pelos radicales y se originan a partir de pequeños grupos de células en el periciclo. Las auxinas estimulan la división de estas células. Las células en división forman gradualmente el ápice de la raíz y las raíces laterales crecen a través del córtex y la epidermis.

Las raíces adventicias (raíces que se originan de tejido no radical) pueden surgir en una serie de localizaciones tisulares a partir de grupos de células maduras que renuevan su actividad de división celular. Estas células en división se convierten en meristemos apicales de la raíz de modo análogo a la formación de las raíces laterales. En horticultura el efecto estimulador de la auxina en la formación de raíces adventicias ha sido utilizado con éxito en la propagación vegetativa por esquejes (Taiz, 2006).

f. Hormonas comerciales

Los compuestos comerciales usados para facilitar la producción de raíces, contiene por lo general IBA o ANA mezclados con polvos de talco inertes y, a menudo una o más vitaminas B útiles (Ross, 2000).

2.2.1.6.1. HORMONAGRO # 1

Es uno de los productos comerciales más comunes el cual está compuesto de ácido alfa-naftalenacético (ANA al 0,40 %) e ingredientes inertes al 99,60 %. La dosis recomendada es introducir el tallo en el polvo y llevar a los bancos de enraizamiento.

Es un poderoso estimulante para formar un poderoso sistema radicular en las plantas. Datos recientes indican que las aplicaciones foliares de las sustancias de crecimiento de Hormonagro # 1 fomenta eficazmente el enraizamiento.

Los reguladores de crecimiento que componen Hormonagro # 1 contienen una hormona vegetal específica que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA y AIA (Vademécum, 2009).

2.2.1.6.2. ROOTING CUT CLAVEL

Es un regulador fisiológico concentrado soluble–SL enraizador. Está compuesto de ácido naftalenacético al 0,75 g/l, ácido indolbutírico al 2,25 g/l e ingredientes activos C. S. P. 1. 0 L.

Rooting cut clavel es un complejo auxínico que promueve, acelera y estimula la formación de raíces desarrollando un sistema radicular, abundante y consistente.

Instrucciones de uso:

- Para esquejes de clavel se mezcla 330 ml de la solución y se agrega 670 ml de agua de buena calidad.
- Aplique en aspersión con atomizador directamente a la base de los esquejes garantizando un cubrimiento homogéneo.
- Si el procedimiento es por inmersión se humedece la base completamente.
- Se procede a efectuar la siembra

2.7. SUSTRATOS USADOS EN EL ENSAYO

2.3.1. Klasmann base

El Klasmann base, llamado Base substrate, peat moss, es un sustrato con pH balanceado y consiste en una turba de musgo proveniente de minas de Alemania. Es una turba rubia de alta calidad, con el pH corregido mediante la adición de CaCO_3 y fertilizada con micro elementos como base para la elaboración de sustratos de cultivo. Está libre de gérmenes patógenos y nematodos; posee un agente humectante incorporado. Las características físicas y químicas del sustrato se describen en el cuadro 2 (Vademécum, 2009).

La turba es el material más utilizado en el mundo en la preparación de sustratos para macetas, bandejas y canastas colgantes. La turba de buena calidad tiene baja densidad de masa, alta capacidad de recipiente y buenas propiedades de espacio aéreo, junto con una adecuada capacidad de intercambio catiónico y un pH manejable (Reed, 1999).

CUADRO 2. Características Físicas y Químicas del Sustrato Base Klasmann (Vademécum, 2009).

PROPIEDADES QUÍMICAS		PROPIEDADES FÍSICAS	
pH (CaCl ₂)	5.0 - 6.0	Densidad en seco	70 - 100
pH (H ₂ O)	5.5 - 6.5	(g/l)	
Sales	< 150 mg/l de sustrato	Volumen en poros	90 - 95
Materia Orgánica (% m.s.)	94 - 99	(% en volumen)	
Cenizas (% m.s.)	1 - 6	Capacidad Hídrica	75 - 80
Nitrógeno	< 50 mg/l de sustrato	(% en volumen)	
Fósforo	< 30 mg/l de sustrato	Capacidad de aire	10 - 15
Potasio	< 30 mg/l de sustrato	(% en volumen)	
Magnesio	< 80 mg/l de sustrato	Contracción (%)	20 - 25

La turba es un humus fosilizado. Se forma de los yacimientos llamados turberas, se encuentran en muy pocos lugares, en las cercanías de lagos y ríos en las que el clima y el estancamiento favorecen la descomposición parcial en un ambiente húmedo y sin oxígeno de residuos vegetales y animales. Aporta materia orgánica (Chacon, 1999).

La turba proveniente del musgo *Sphangum* normalmente posee las siguientes propiedades físicas: Porosidad total 89-94 % de volumen, espacio aéreo del 12 al 20 % del volumen, densidad de masa de 0,006 – 0.10 g/cc, contenido de humedad 75 a 80 %; además la turba de *Sphangum* puede estar compuesta de varias especies de *Sphangum* y debe contener como mínimo un 90 % de materia orgánica (Reed, 1999).

Según Abad y Nogera (1985) existen diferentes tipos de turbas de acuerdo al grado de descomposición, así según la escala de Von Post, a los diferentes tipos de turbas las clasifica desde H1 hasta H10, de la siguiente manera:

Turba *Sphangum* rubia, grado H1-H3, descripción: Sin descomponer o débilmente humificada.

Turba de transición/*Sphangum* negra, grado H4-H6, descripción: Débilmente humificada o algo descompuesta.

Herbácea negra, grado H7-H10, descripción: Fuertemente descompuesta a completamente humificada.

Las turberas de transición, típicas del centro de Europa (Alemania), muestran características intermedias entre las turberas bajas y altas, se han desarrollado en parte sobre un lago previamente rellenado y en parte por encharcamiento de un bosque (Cadahia, 2000). Las turbas son los componentes más utilizados en medios de cultivos de plantas ornamentales, debido a sus excelentes propiedades físicas, fisicoquímicas, químicas y biológicas. Adicionalmente estos materiales orgánicos presentan un efecto estimulador sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que se ha atribuido a la presencia de activadores del crecimiento como hormonas y sustancias húmicas (Abad et al., 1996). Por otra parte, las reservas de turba son limitadas y no renovables y consecuentemente el uso indiscriminado de la turba en horticultura puede llegar a provocar un impacto medioambiental de importancia (Abad et al., 1996).

1. Cascarilla de arroz

Este es un subproducto y/o residuo de una actividad agrícola e industrial; es decir, es un sustrato de origen orgánico que debe someterse a un proceso de compostaje para su adecuación como sustrato (Cadahia, 2000).

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera que abunda en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición; es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte.

La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos en Colombia, bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad (Calderón, 2002; Genevini, 1997). La cascarilla de arroz usada en el presente ensayo fue Cascarilla de arroz quemada que posee mejores características de humedecimiento; así esta presenta un 13 % v/v de retención de humedad.

La cascarilla de arroz se caracteriza por presentar altos contenidos de sílice lo que le permite conservar sus propiedades físicas y químicas durante largos periodos de tiempo; además posee las siguientes características físico-químicas: Porosidad total 85-95 % de volumen, capacidad de aireación del 40 al 60 % del volumen, densidad de aparente de 0.12 g/cc, contenido de humedad 10-20 %, Capacidad de intercambio catiónico de 2-3 meq.100mL⁻¹, tamaño de grano 3-5 mm y posee una capilaridad mala (Calderón, 2002).

2. Cascajo, pomina o piedra pómez

La pomina es una roca volcánica gris o blanca formada de la espuma de las emanaciones volcánicas, lo cual le ha dado una estructura esponjosa y porosa. Químicamente la pomina es dióxido de silicio y óxido de aluminio con pequeñas cantidades de hierro, calcio, magnesio y sodio en la forma de óxidos por lo que es inerte y de reacción neutra. La pomina que es usada para fines de propagación debe tener partículas cuyo diámetro oscile de 1.5 a 3.1 mm, por lo que debe ser tamizada para conseguir uniformidad en el tamaño (Hartmann y Kester, 1998).

La piedra pómez o cascajo es un material de origen volcánico, muy parecido a la escoria de carbón mineral y que se encuentra disponible en diversas zonas volcánicas. Posee muy buena retención de humedad y muy buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad. A veces puede presentar problemas químicos por excesos de azufre y boro, pero éstos pueden ser eliminados mediante un cuidadoso lavado con agua caliente. No trae ninguna clase de patógenos y desde el punto de vista biológico es completamente estéril siempre que se extraiga de vetas profundas y no contenga mezcla de tierra. En la actualidad este sustrato ha dado muy buen resultado en el cultivo de orquídeas en macetas, especialmente el *Cimbydium* (Calderón, 2003).

El cascajo es un material sedimentario que se localiza de forma abundante en los lomeríos de la región y que se utiliza principalmente para revestir caminos; posee baja retención de agua (lo que garantiza un buen drenaje), además se trata de un material relativamente poroso e igual que los otros materiales siempre que el tamaño de las partículas fuera no mayor que 2.0 mm de diámetro (Velasco, 2004).

El cascajo o piedra pómez es un sustrato con una calidad biológica excelente, propiedades físicas buenas y propiedades químicas regulares; posee las siguientes características físico-químicas: Porosidad total 75 % de volumen, capacidad de aireación del 40 al 55 % en volumen, densidad aparente de 0.6-08 g/cm³, capacidad de retención de agua a capacidad de campo 59% en peso y 21 % en volumen, tamaño de grano 3-6 mm, y posee una capilaridad buena (Calderón, 2003).

3. Materia orgánica

Ansorena 1994 opina que consecuencia del ataque de los microorganismos, la materia orgánica se degrada y experimenta una serie de cambios en su composición, hasta que alcanza una cierta estabilidad biológica o se mineraliza. Estos cambios habrán de tenerse en cuenta en los sustratos basados en sustancias orgánicas naturales, como la turba, las cortezas y otras de diversos orígenes.

Materiales como la corteza de pino y la mayoría de subproductos y residuos orgánicos han de sufrir la descomposición microbiana antes de su empleo como sustratos, mediante un proceso que se conoce como compostaje. Si este no es adecuado se producirán fenómenos fitotóxicos y de inmovilización de nitrógeno.

El pergamino o cascarilla del café es un subproducto que ocupa gran volumen y es una fuente importante de materia orgánica (Carrillo, 1998)

Mora (1999), en su investigación de sustratos para cultivo sin suelo llevada a cabo en Costa Rica, señaló que la cascarilla de café es un sustrato de baja capacidad de retención de humedad, buena para oxigenar sustratos, pero de muy corta vida (ya que se descompone en pocos días); de ahí que se usó en el presente ensayo la materia orgánica proveniente de cascarilla de café muy descompuesta.

2.8. VARIEDADES DE CLAVEL

2.4.1. Variedad Nelson

Esta variedad se caracteriza por presentar una precocidad rápida, con una buena altura, resistente a plagas y enfermedades, con una durabilidad en florero muy buena, una vegetación medianamente densa y una productividad muy alta (Hilverda, 2009).

2.4.1. Variedad Delphi

Esta variedad se caracteriza por presentar una precocidad relativamente rápida, con una buena altura, moderadamente resistente a plagas y enfermedades, con una durabilidad en florero buena, una vegetación medianamente densa y una productividad muy alta (Hilverda, 2009).

2.4.1. Variedad Tundra

Esta variedad se caracteriza por presentar una precocidad normal, con una altura mediana, resistente a plagas y enfermedades, con una durabilidad en florero muy buena, una vegetación medianamente densa y una productividad alta (Hilverda, 2009).

3. METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente ensayo se llevó a cabo en la empresa florícola “M&J Flowers”, siendo la siguiente su ubicación política y geográfica.

División política territorial

Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Latacunga
Parroquia:	Aláquez
Sitio:	San Antonio de Calapicha

Situación geográfica

Latitud:	00 ⁰ 13' 20" Latitud Sur
Longitud:	78 ⁰ 30' 20 " Longitud Oeste
Altitud:	3200 msnm

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Características meteorológicas externas¹

Temperatura promedio:	14 °C
Temperatura máxima:	26 ° C
Temperatura mínima:	2° C
Precipitación anual promedio:	900 mm/año

Características meteorológicas internas²

Temperatura promedio:	27 °C
Temperatura máxima:	48 ° C
Temperatura mínima:	6° C
Humedad relativa máxima:	90 %
Humedad relativa mínima:	60 %

¹ INAMI Anuario de características Meteorológicas.

² M&J Flowers Registros de la finca.

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

Materiales de campo

Esquejes de clavel

Hormonas

- Hormonagro
- Rooting cut

Productos para controles fitosanitarios (Previcur, Score, Ridomil, Captan, Babistin, Ácido Cítrico, Break Thru).

Bioestimulantes foliares (Campo completo, Basfoliar Ca, Angel)

Bandejas para enraizamiento

Cascajo volcánico o piedra pómez

Materia orgánica

Klasmann Base

Cascarilla de arroz

Etiquetas

Libro de campo.

Herramientas

Calibrador

Rociador

Equipos

Bomba de mochila

Sistema de riego

Balanza

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Sustratos de enraizamiento

Klasmann	s1
Klasmann + cascarilla de arroz	s2
Klasmann + cascajo	s3
Cascajo + material orgánica	s4

3.4.2. Hormonas de enraizamiento

Hormonagro	10 g/litro	h1
Rooting cut clavel	relación 2 a 1	h2
Sin Hormona de enraizamiento		h0

3.4.3. Variedades

Nelson	v1
Delphi	v2
Tundra	v3

3.5. INTERACCIONES

Se estudiaron 36 interacciones que resultó de multiplicar los niveles de los factores en estudio.

CUADRO 3. Descripción de las interacciones implementadas en el ensayo.

INTERA.	CÓD.	DESCRIPCIÓN
t1	s1h1v1	Klasmann, Hormonagro, Nelson
t2	s1h1v2	Klasmann, Hormonagro, Delphi
t3	s1h1v3	Klasmann, Hormonagro, Tundra
t4	s1h2v1	Klasmann, Rooting, Nelson
t5	s1h2v2	Klasmann, Rooting, Delphi
t6	s1h2v3	Klasmann, Rooting, Tundra
t7	s1h0v1	Klasmann, sin hormona, Nelson
t8	s1h0v2	Klasmann, sin hormona, Delphi
t9	s1h0v3	Klasmann, sin hormona, Tundra
t10	s2h1v1	Klasmann + cascarilla de arroz, hormonagro, Nelson
t11	s2h1v2	Klasmann + cascarilla de arroz, hormonagro, Delphi
t12	s2h1v3	Klasmann + cascarilla de arroz, hormonagro, Tundra
t13	s2h2v1	Klasmann + cascarilla de arroz, Rooting, Nelson
t14	s2h2v2	Klasmann + cascarilla de arroz, Rooting, Delphi
t15	s2h2v3	Klasmann + cascarilla de arroz, Rooting, Tundra
t16	s2h0v1	Klasmann + cascarilla de arroz, sin hormona, Nelson
t17	s2h0v2	Klasmann + cascarilla de arroz, sin hormona, Delphi
t18	s2h0v3	Klasmann + cascarilla de arroz, sin hormona, Tundra
t19	s3h1v1	Klasmann + materia orgánica, Hormonagro, Nelson
t20	s3h1v2	Klasmann + materia orgánica, Hormonagro, Delphi
t21	s3h1v3	Klasmann + materia orgánica, Hormonagro, Tundra
t22	s3h2v1	Klasmann + materia orgánica, Rooting, Nelson
t23	s3h2v2	Klasmann + materia orgánica, Rooting, Delphi
t24	s3h2v3	Klasmann + materia orgánica, Rooting, Tundra
t25	s3h0v1	Klasmann + materia orgánica, sin hormona, Nelson

t26	s3h0v2	Klasmann + materia orgánica, sin hormona, Delphi
t27	s3h0v3	Klasmann + materia orgánica, sin hormona, Tundra
t28	s4h1v1	Cascajo + materia orgánica, Hormonagro, Nelson
t29	s4h1v2	Cascajo + materia orgánica, Hormonagro, Delphi
t30	s4h1v3	Cascajo + materia orgánica, Hormonagro, Tundra
t31	s4h2v1	Cascajo + materia orgánica, Rooting, Nelson
t32	s4h2v2	Cascajo + materia orgánica, Rooting, Delphi
t33	s4h2v3	Cascajo + materia orgánica, Rooting, Tundra
t34	s4h0v1	Cascajo + materia orgánica, sin hormona, Nelson
t35	s4h0v1	Cascajo + materia orgánica, sin hormona, Delphi
t36	s4h0v1	Cascajo + materia orgánica, sin hormona, Tundra

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La Unidad Experimental estuvo constituida por diez esquejes provenientes de la parcela neta como se muestra en el anexo 1, la cual estuvo conformada por 36 orificios que quedó luego de eliminar el efecto de borde de la parcela total que contiene 104 orificios.

3.7. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1. Peso de los esquejes enraizados

Se pesó diez esquejes enraizados de cada una de las parcelas, para posteriormente sacar el promedio de cada una de ellas.

2. Volumen radicular al momento del trasplante

Una vez completado el proceso de enraizamiento (exactamente a los 30 días posteriores a la siembra de los esquejes), se midió el volumen radicular con la ayuda de un tubo de ensayo graduado en ml, introduciendo la masa radicular de cada uno de los 10 esquejes enraizados en el tubo de ensayo, previo un lavado de las raíces, para eliminar la presencia de sustrato.

3. Diámetro de la corona radicular

Se midió con un calibrador en la corona de la raíz una vez culminado el proceso de enraizamiento.

4. Porcentaje de esquejes enraizados

Se contó el número de esquejes enraizados y no enraizados, el porcentaje se obtuvo del total de esquejes contados.

5. Longitud del esqueje

Se midió el esqueje desde el ápice a la base del tallo una vez culminado el proceso de enraizamiento.

6. Número de hojas

Se contó el número de hojas del esqueje una vez culminado el proceso de enraizamiento.

7. Análisis económico costo-beneficio

Se calculó el valor costo beneficio para cada uno de los tratamientos.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Parcela dos veces dividida en el cual se dispuso en la Parcela grande los sustratos de enraizamiento, en la Sub parcela las hormonas de enraizamiento y en la Sub Sub parcela las variedades.

2. Número de repeticiones

Se realizaron cuatro repeticiones.

3. Características del ensayo

- Unidad experimental: 10 plántulas de clavel
- Número de unidades experimentales: 36 por cada repetición.

4. Gráfico del experimento

Se reporta en el anexo 1

5. Esquema del análisis de varianza ADEVA

Este se presenta a continuación.

CUADRO 4. Esquema del análisis de varianza aplicado en las variables evaluadas en el ensayo.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	143
REPETICIONES	3
SUSTRATOS DE ENRAIZAMIENTO (S)	3
ERROR (a)	9
HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO (H)	2
S x H	6
ERROR (b)	24
VARIEDADES (V)	2
S x V	6
H x V	4
S x H x V	12
ERROR (c)	72

6. Análisis funcional

En las fuentes de variación que presentaron significancia estadística se realizó la prueba de Tukey al 5%.

3.9. MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

1. Luego que los esquejes permanecieron en cuarto frío, se procedió a sacarlos a que se ambienten durante aproximadamente 4 horas; con ayuda de un atomizador se aplicó a la base de los esquejes de las diferentes variedades la respectiva hormona de enraizamiento tratando de que todos queden hormonados homogéneamente.
2. Se llenaron: 12 bandejas con plasma; 12 bandejas con una mezcla de Klasman y cascarilla de arroz quemada a razón de 1:1; 12 bandejas con una mezcla de Klasman y cascajo (proveniente del chasqui) a una relación 1:1; y 12 bandejas con una mezcla de cascajo más materia orgánica (cáscara de café descompuesta) a una relación 1:1.

3. Se sembró los esquejes en cada uno de los orificios de las bandejas tomando en cuenta la distribución establecida en el anexo 1 Para la correcta ubicación de las distintas variedades, para luego disponerlos en los respectivos bancos de enraizamiento.
4. Se proporcionó el manejo respectivo al enraizador como: riego por nebulización (normalmente cada 10 minutos por un tiempo de 10 segundos o dependiendo de las condiciones agroclimáticas), debiendo mantenerse el enraizador a una humedad relativa del 90%. Al avance del proceso de formación de sus respectivas raíces se dará la correspondiente fertilización, además se realizarán las respectivas aplicaciones de acuerdo al estado fitosanitario.
5. Una vez enraizados los esquejes de acuerdo a los diferentes tratamientos se procedió a sacarlos de las bandejas para llevarlos al sitio definitivo, previo el respectivo muestreo de toma de datos.

4. RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. PESO DE ESQUEJES ENRAIZADOS

Del análisis de varianza para peso de esquejes enraizados (Cuadro 5) se observa significancia estadística para: Sustratos, hormonas, sustratos x hormonas y variedades. El promedio general resultó ser de 7.565 g planta⁻¹ y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron 28.38, 26.50 y 23.50 % respectivamente, mismos que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 5. Análisis de varianza para el peso de esquejes enraizados en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

F.V.	GL	SC	CM	F	
Total	143	1009.27			
repeticiones	3	25.85	8.62	2.73	ns
sustratos	3	43.74	14.58	4.62	*
Error a	9	41.49	4.61		
hormonas	2	268.04	134.02	42.44	*
sustratos*hormonas	6	59.38	9.90	3.13	*
Error b	24	96.42	4.02		
variedades	2	179.17	89.59	28.37	*
sustratos*variedades	6	9.84	1.64	0.52	ns
hormonas*variedades	4	4.45	1.11	0.35	ns
sust*horm*varied	12	53.53	4.46	1.41	ns
Error c	72	227.36	3.16		
PROMEDIO		7.565	g planta ⁻¹		
CV(a)		28.38	%		
CV(b)		26.50	%		
CV(c)		23.50	%		

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% para sustratos (cuadro 6 y gráfico 1) se observan dos rangos de significancia, encontrándose en primer lugar con la mejor respuesta a s3 (Klasmann + cascajo) con un promedio de 8.486 g planta⁻¹ seguido de s2 (Klasmann +cascarilla de arroz), mientras que a la cola del segundo rango se encuentra s4 (cascajo + materia orgánica) con un promedio de 7.022 g planta⁻¹.

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% para hormonas (cuadro 6 y gráfico 2) se aprecian dos rangos de significancia, a la cabeza del primero se encuentra h1 (Hormonagro) con un promedio de 8.61 g planta⁻¹, seguido de h2 (Rooting cut clavel) y en el segundo rango se encuentra h0 (sin hormona) con un promedio de 5.638 g planta⁻¹.

Los esquejes en proceso de enraizamiento ganan peso seco y fresco, producto de la fotosíntesis (Pizano, 2000), los resultados obtenidos en cuanto a sustratos y fitohormonas demuestran que en sustrato de Klasmann más cascajo (s3) se produce un buen proceso de enraizamiento, determinando así que este sustrato proporcionó al esqueje las condiciones óptimas para el enraizamiento como son buena aireación, drenaje y soporte. Además podemos apreciar que el sustrato cascajo más materia orgánica (s4) produjo el menor peso, lo que concuerda con lo detectado por García (2001) donde el sustrato con materia orgánica de cascarilla de café descompuesta produjo también el menor peso de las plántulas de *Epipremnum aureum*.

Para hormonas el resultado del peso pone en evidencia la importancia del uso de fitohormonas para procesos de enraizamiento, pues los esquejes tratados con hormonas tanto Hormonagro y Rooting cut (h1, h2) muestran los pesos más altos demostrando así un buen proceso de enraizamiento que contribuye al incremento de peso fresco (Weaver, 1976; Pizano, 2000); cabe destacar que el mayor peso producido por Hormonagro (h1) se debe probablemente a lo mencionado por Yun (2003), quien detectó que al enraizar Ginsen con Ácido Naftalenacético ANA (Hormonagro) produjo una anomalía o protuberancia exagerada o voluminosa, lo que se apreció también en el presente ensayo (véase fotografía 4).

CUADRO 6. Prueba de Tukey al 5% del peso de esquejes enraizados para sustratos, hormonas y variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Sustratos	Descripción	Promedios (g planta ⁻¹)	
s3	Klasmann + cascajo	8.486	A
s2	Klasmann + cas. Arroz	7.406	A B
s1	Klasmann	7.344	B
s4	Cascajo + m.o.	7.022	B
Hormonas			
h1	Hormonagro	8.610	A
h2	Rooting Cut clavel	8.446	A
h0	Sin hormona	5.638	B
variedades			
v3	Tundra	9.129	A
v1	Nelson	6.967	B
v2	Delphi	6.598	B

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% para variedades (cuadro 6 y gráfico 3) se aprecian dos rangos de significación; en el primero se encuentra v3 (Tundra) como la variedad con mayor peso con un promedio de 9.129 g planta⁻¹ y al final del segundo rango se encuentra v2 (Delphi) con un promedio de 6.598 g planta⁻¹, lo cual se debe a características genéticas propias

de cada variedad detallados en el catálogo de variedades de Kooij(Hilverda, 2009); la variedad Tundra es una variedad muy vigorosa y, además, produce brotes y tallos muy gruesos, de ahí el resultado obtenido.

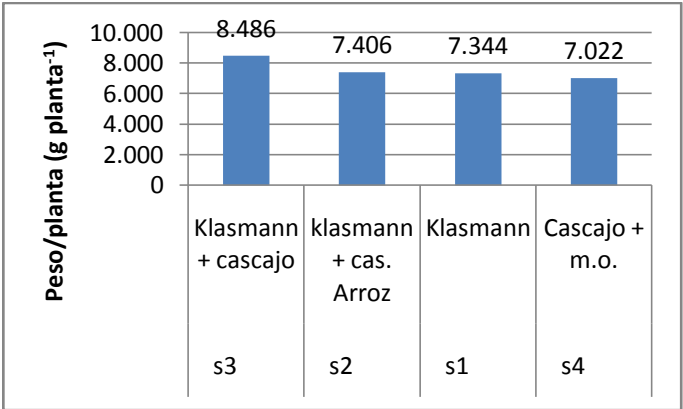


GRÁFICO 1. Peso de esquejes enraizados para sustratos en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

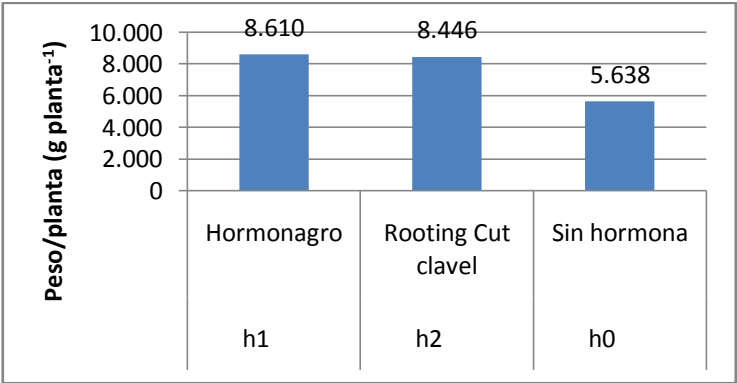


GRÁFICO 2. Peso de esquejes enraizados para hormonas en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

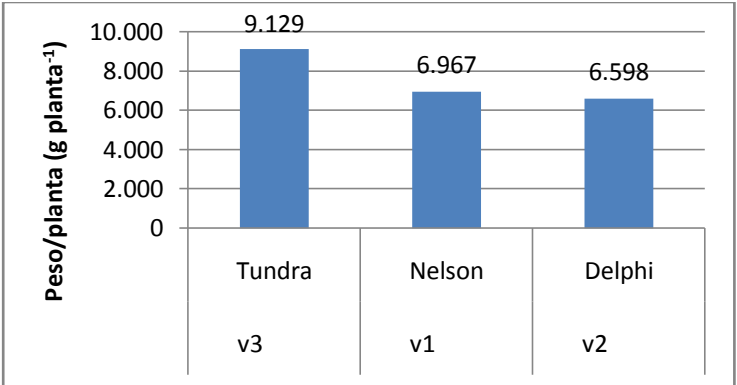


GRÁFICO 3. Peso de esquejes enraizados para variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la interacción SxH (cuadro 7) se obtienen 5 rangos de significancia, encontrándose a la cabeza del primero s3h2 (Klasmann + cascajo, Rooting cut) con un promedio de 10.34 g planta¹ como la mejor interacción; en el último rango están todas las interacciones en las que no se aplicó hormona. Al final de éste se encuentra cascajo + materia orgánica sin hormona como la interacción que produjo el menor peso de esqueje por planta con un promedio de 4.67 g planta⁻¹.

CUADRO 7. Prueba de Tukey al 5% del peso de esquejes enraizados para la interacción SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Sustratos x hormonas	Descripción	Medias (g planta ⁻¹)
s3h2	Klasmann +cascajo, Rooting cut	10.342 A
s2h1	Klasmann +cascarilla, Hormonagro	8.833 A B
s4h1	Cascajo+m.o., Hormonagro	8.667 A B C
s1h1	Klasmann, Hormonagro	8.508 A B C
s2h2	Klasmann +cascarilla, Rooting cut	8.467 A B C
s3h1	Klasmann +cascajo, Hormonagro	8.433 A B C
s4h2	Cascajo+m.o., Rooting cut	7.725 B C
s1 h2	Klasmann, Rooting cut	7.250 B C D
s3h0	Klasmann +cascajo, sin hormona	6.683 B C D E
s1h0	Klasmann, sin hormona	6.275 C D E
s2h0	Klasmann +cascarilla, sin hormona	4.917 D E
s4h0	Cascajo+m.o., sin hormona	4.675 E

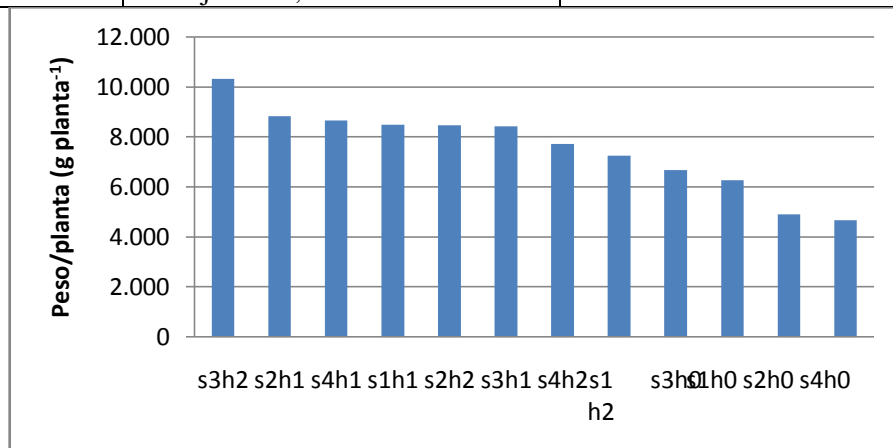


GRÁFICO 4. Peso de esquejes enraizados para SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

La respuesta obtenida para la interacción sustratos por hormonas es muy importante, pues demuestra que la combinación en el uso de Klasmann más cascajo (s3) como sustrato y Rooting

cut como hormona contribuyen a un buen proceso de enraizamiento pues esto se refleja en la ganancia de peso alcanzado por esta interacción como producto de un buen proceso de fotosíntesis.

Al no encontrar significancia estadística para la interacción sustratos por variedades se dice que estadísticamente las interacciones son similares; sin embargo las diferencias que se aprecia en el cuadro 8 son únicamente matemáticas y no son significativas.

CUADRO 8. Promedios del peso de esquejes enraizados para la interacción SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias Peso g planta⁻¹
s3v3	Klasmann +cascajo; Tundra	10.100
s1v3	Klasmann; Tundra	9.217
s2 v3	Klasmann +cascarilla; Tundra	8.675
s4v3	Cascajo+mo.; Tundra	8.525
s3v1	Klasmann +cascajo; Nelson	8.208
s3v2	Klasmann +cascajo; Delphi	7.150
s2v2	Klasmann +cascarilla; Delphi	6.817
s1v1	Klasmann; Nelson	6.742
s2v1	Klasmann +cascarilla; Nelson	6.725
s4v2	Cascajo+m.o.; Delphi	6.350
s4v1	Cascajo+m.o.; Nelson	6.192
s1v2	Klasmann; Delphi	6.075

Al no encontrar significancia estadística para la interacción hormonas por variedades se dice que estadísticamente las respuestas de estas interacciones son similares y las diferencias que se aprecian en el cuadro 9 son únicamente matemáticas.

CUADRO 9. Promedios del peso de esquejes enraizados para la interacción HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias Peso g planta⁻¹
h1v3	Hormonagro; Tundra	10.113
h2v3	Rooting cut; Tundra	9.925
h2v1	Rooting cut; Nelson	8.169
h1v1	Hormonagro; Nelson	7.913
h1v2	Hormonagro; Delphi	7.806
h0v3	Sin hormona; Tundra	7.350
h2v2	Rooting cut; Delphi	7.244
h0v1	Sin hormona; Nelson	4.819
h0v2	Sin hormona; Delphi	4.744

CUADRO 10. Promedios del peso de esquejes enraizados para la interacción SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias del peso g planta ⁻¹
s3 h2 v3	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Tundra	11.325
s3 h2 v1	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Nelson	10.825
s2 h2 v3	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Tundra	10.500
s3 h1 v3	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Tundra	10.425
s4 h1 v3	Cascajo+m.o.; hormonagro; Tundra	10.275
s1 h1 v3	Klasmann; Hormonagro; Tundra	10.250
s1 h2 v3	Klasmann; Rooting cut; Tundra	9.675
s2 h1 v3	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Tundra	9.500
s3 h2 v2	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Delphi	8.875
s2 h1 v1	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Nelson	8.650
s3 h0 v3	Klasmann+cascajo; sin hormona; Tundra	8.550
s2 h1 v2	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Delphi	8.350
s4 h2 v1	Cascajo+m.o.; Rooting cut; Delphi	8.275
s1 h1 v1	Klasmann; Hormonagro; Nelson	8.200
s4 h2 v3	Cascajo+m.o.; Rooting cut; Tundra	8.200
s4 h1 v2	Cascajo+m.o.; Hormonagro; Delphi	7.950
s2 h2 v1	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Nelson	7.875
s3 h1 v2	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Delphi	7.850
s4 h1 v1	Cascajo+m.o.; Hormonagro; Nelson	7.775
s1 h0 v3	Klasmann; Sin hormona; Tundra	7.725
s4 h0 v3	Cascajo+m.o.; Sin hormona; Tundra	7.100
s1 h1 v2	Klasmann; Hormonagro; Delphi	7.075
s3 h1 v1	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Nelson	7.025
s2 h2 v2	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Delphi	7.025
s3 h0 v1	Klasmann+cascajo; sin hormona; Nelson	6.775
s4 h2 v2	Cascajo+m.o.; Rooting cut; Delphi	6.700
s1 h2 v2	Klasmann; Rooting cut; Delphi	6.375
s1 h0 v1	Klasmann; sin hormona; Nelson	6.325
s2 h0 v3	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Tundra	6.025
s1 h2 v1	Klasmann; Rooting cut; Nelson	5.700
s2 h0 v2	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Delphi	5.075
s1 h0 v2	Klasmann; sin hormona; Delphi	4.775
s3 h0 v2	Klasmann+cascajo; sin hormona; Delphi	4.725
s4 h0 v2	Cascajo+ m.o.; sin hormona; Delphi	4.400
s2 h0 v1	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Nelson	3.650
s4 h0 v1	Cascajo+m.o.; Sin hormona; Nelson	2.525

Al no encontrar significancia estadística para la interacción SxHxV se dice que estadísticamente las respuestas en cuanto a peso de esqueje provocado por la interacción de los tres factores en estudio son similares y que matemáticamente se aprecian ciertas diferencias en el cuadro 10 de promedio del peso de esquejes.

4.2. DIÁMETRO DE LA CORONA

Del análisis de varianza para diámetro de la corona (Cuadro 11) se detecta significancia estadística para repeticiones, hormonas, variedades, HxV y SxHxV. El promedio general fue de 0.618 cm y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron 16.18, 16.18 y 10.82 % respectivamente, muy bueno para este tipo de variable.

CUADRO 11. Análisis de varianza para diámetro de la corona en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

F.V.	GL	SC	CM	F	
Total	143	4.08			
repeticiones	3	0.06	0.02	4.73	*
sustratos	3	0.02	0.01	1.63	ns
Error a	9	0.08	0.01	1.95	
hormonas	2	0.40	0.20	44.43	*
sustratos*hormonas	6	0.04	0.01	1.59	ns
Error b	24	0.13	0.01	1.21	
variedades	2	2.76	1.38	309.42	*
sustratos*variedades	6	0.04	0.01	1.56	ns
hormonas*variedades	4	0.08	0.02	4.61	*
sustratos*hormonas*varied	12	0.14	0.01	2.63	*
Error c	72	0.32	4.5E-03		
PROMEDIO		0.618	cm		
CV (a)		16.18	%		
CV (b)		16.18	%		
CV (c)		10.82	%		

La no significancia estadística detectada para sustratos nos indica que los diferentes tipos de sustratos no influyen en el diámetro de la corona radicular y que las respuestas de los mismos son similares entre sí como se aprecia en el Cuadro 12, contrariamente a lo que señala García (2008) en su tesis en hortalizas indicó que los tratamientos con Turba (Klasman) fueron los que presentaron el menor diámetro.

CUADRO 12. Promedios y prueba de Tukey al 5% del diámetro de la corona para sustratos, hormonas y variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Sustratos	Descripción	Medias Diámetro Corona (cm)
s2	Klasman + cas. Arroz	0.636
s3	Klasman + cascajo	0.619
s1	Klasman	0.611
s4	Cascajo + m.o.	0.606
Hormonas		
h2	Rooting Cut clavel	0.665 A
h1	Hormonagro	0.648 A
h0	Sin hormona	0.542 B
variedades		
v3	Tundra	0.798 A
v1	Nelson	0.583 B
v2	Delphi	0.473 B

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para hormonas (Cuadro 12, gráfico 5) se aprecian dos rangos de significancia; en el primero se encuentra h2 (Rooting cut) con un promedio de 0.665 cm seguido de h1 (Hormonagro) y en el segundo rango se encuentra h0 (sin hormona) con un promedio de 0.542 cm, demostrando nuevamente lo mencionado anteriormente de la importancia del uso de fitohormonas.

El resultado obtenido en cuanto a hormonas concuerda con lo obtenido por Yun et al. (2003) en plantas de Ginsen in vitro, determinando que las raíces adventicias emergieron del periciclo, sitio en donde las células sufren transformaciones produciendo un ligero incremento en el diámetro de la corona radicular; además determinaron que el Ácido Indol Butírico IBA produjo mayor cantidad de raíces que Ácido Naftalen Acético ANA. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente ensayo pues Rooting cut (h2) que tiene gran contenido de IBA presentó mayor diámetro; sin embargo también Hormonagro presentó similar diámetro pues se encuentran en el mismo rango, pero esto se debe también a lo que mencionaron Yun et al. (2003) en que los tratamientos con ANA (Hormonagro) presentaron una formación de raíces anormal, lo que se pudo observar también en el presente ensayo donde los tratamientos con Hormonagro presentaron una callosidad voluminosa.

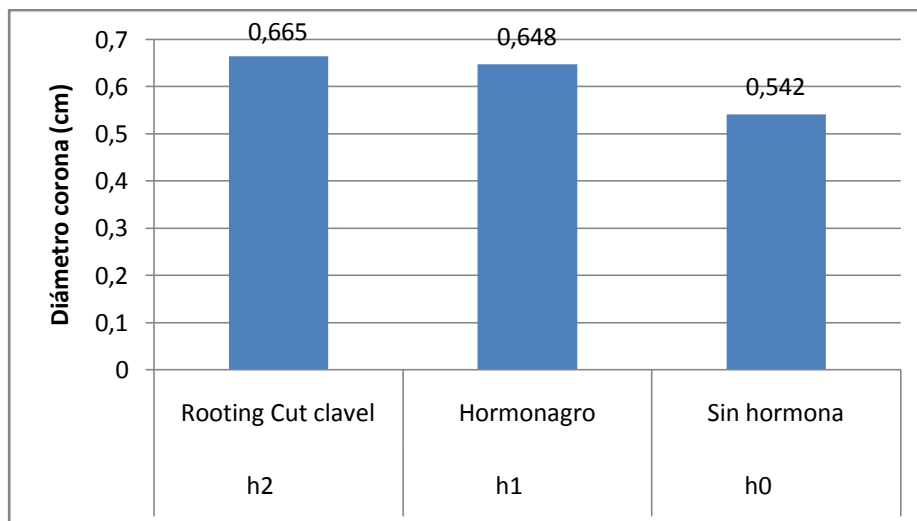


GRÁFICO 5. Diámetro de la corona para hormonas en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para variedades (Cuadro 12 y gráfico 6) se aprecian dos rangos de significancia, encontrándose en el primero únicamente v3 (Tundra) con un promedio de 0.798 cm y en el segundo se encuentran v1 y v2 (Nelson y Delphi). Estas respuestas muestran la variabilidad genética de las variedades, pues como se mencionó anteriormente la variedad Tundra es muy vigorosa y sus brotes presentan un diámetro mucho mayor que las otras variedades.

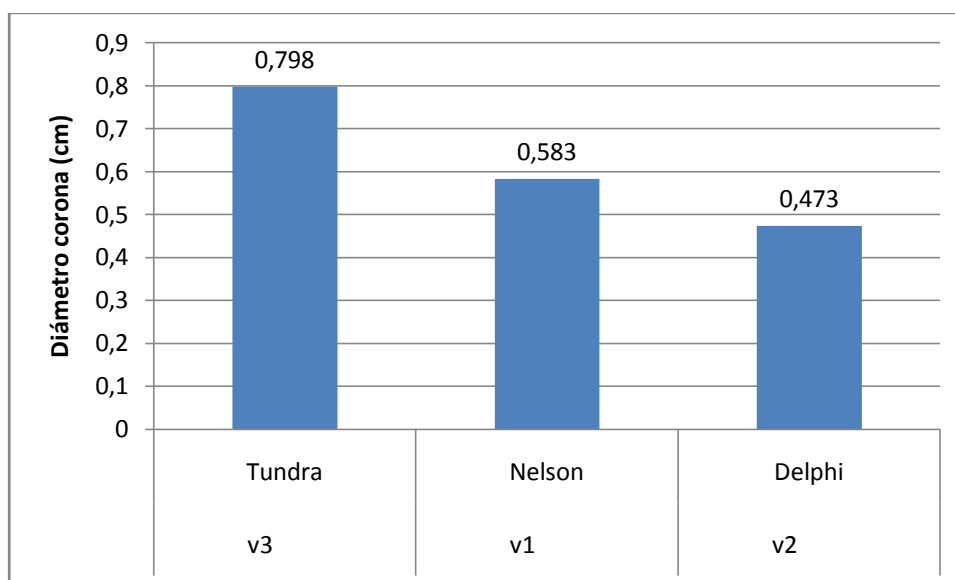


GRÁFICO 6. Diámetro de la corona para variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5 % del diámetro de la corona radicular para la interacción SxH (Cuadro 13 y gráfico 7) se aprecian cinco rangos de significancia, encontrándose a la cabeza del primero como el mejor tratamiento s3h1 (Klasman+cascarilla; Hormonagro) con un promedio de 0,70 cm y a la cola del último rango como el que menor diámetro presenta se encuentra s4h0 (cascajo+materia orgánica; sin hormona) con un promedio de 0,517 cm.

La interacción Klasman más cascarilla de arroz con Hormonagro (s2, h1) provocaron una mejor respuesta en cuanto al diámetro de la corona radicular, pues se encuentra a la cabeza del primer rango de significancia lo cual se debe a que este sustrato es un poco más suelto o esponjoso que los otros; y además Hormonagro forma un callo que provoca ensanchamiento en la base del esqueje de donde emergen las raíces.

CUADRO 13. Prueba de Tukey al 5% del diámetro de la corona para la interacción SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Diámetro de la corona (cm)
s2h1	Klasman+cascarilla; Hormonagro	0.700 A
s1h2	Klasman; Rooting cut	0.692 A
s3h2	Klasman+cascajo; Rooting cut	0.667 A B
s4h1	Cascajo+mo; Hormonagro	0.658 A B
s2h2	Klasman+cascarilla; Rooting cut	0.658 A B
s4h2	Cascajo+mo; Rooting cut	0.642 A B C
s3h1	Klasman+cascajo; Hormonagro	0.625 A B C D
s1h1	Klasman; Hormonagro	0.608 A B C D E
s3h0	Klasman+cascajo; Sin hormona	0.567 B C D E
s2h0	Klasman+cascarilla; Sin hormona	0.550 C D E
s1h0	Klasman; Sin hormona	0.533 D E
s4h0	Cascajo+mo; Sin hormona	0.517 E

Al no detectar significancia estadística para las interacciones SxV y HxV, (Cuadros 14 y 15) se presentan las diferencias matemáticas para cada una de las interacciones, pues las diferencias que se presenta al interactuar los diferentes sustratos con las variedades así como las hormonas con las variedades no son significativamente importantes.

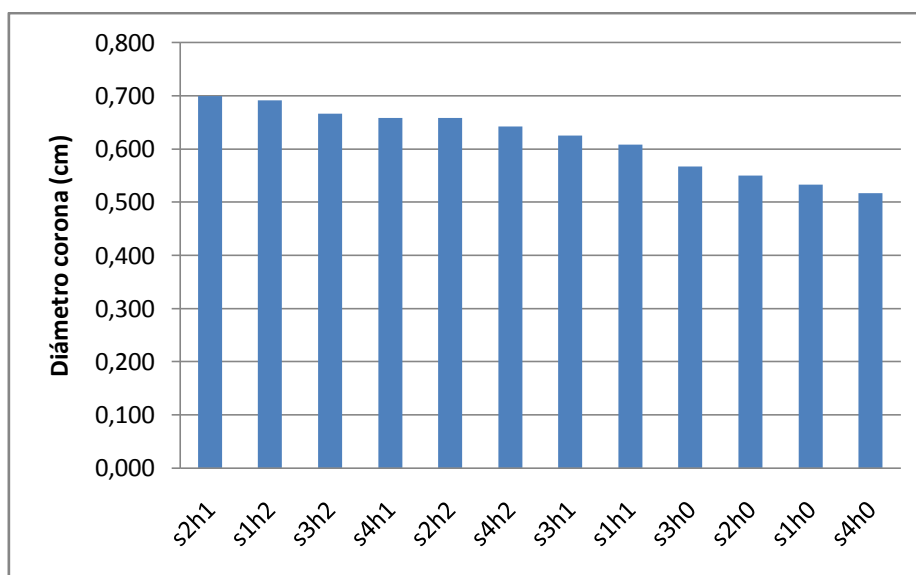


GRÁFICO 7. Diámetro de la corona para la interacción SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

CUADRO 14. Promedios del diámetro de la corona para la interacción SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias Diámetro corona (cm)
s3 v3	Klasmann+cascajo; Tundra	0.817
s4 v3	Cascajo+materia organica; Tundra	0.808
s2 v3	Klasmann+cascarilla de arroz; Tundra	0.783
s1 v3	Klasmann; Tundra	0.783
s2 v1	Klasmann+cascarilla de arroz; Nelson	0.625
s1 v1	Klasmann; Nelson	0.575
s3 v1	Klasmann+cascajo; Nelson	0.575
s4 v1	Cascajo+materia organica; Nelson	0.558
s2 v2	Klasmann+cascarilla de arroz; Delphi	0.500
s1 v2	Klasmann; Delphi	0.475
s3 v2	Klasmann+cascajo; Delphi	0.467
s4 v2	Cascajo+materia organica; Delphi	0.450

CUADRO 15. Promedios del diámetro de la corona para la interacción SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias Diámetro corona (cm)
h2 v3	Rooting cut; Tundra	0.863
h1 v3	Hormonagro; Tundra	0.85
h0 v3	Sin hormona; Tundra	0.681
h2 v1	Rooting cut; Nelson	0.606
h1 v1	Hormonagro; Nelson	0.606
h0 v1	Sin hormona; Nelson	0.538
h2 v2	Rooting cut; Delphi	0.525
h1 v2	Hormonagro; Delphi	0.488
h0 v2	Sin hormona; Delphi	0.406

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la interacción SxHxV (Cuadro 16) se observan diez rangos de significancia; a la cabeza del primero se encuentra s4h1v3 (Cascajo+materia orgánica; Hormonagro; Tundra) como la mejor interacción con un promedio de 0.975 cm de diámetro y al final del último rango se encuentra la v2, h0 con s4, s1, s3, es decir, Delphi sin hormonas con los sustratos Klasmann, Klasmann+cascajo y cascajo+materia orgánica, con un promedio de 0.400 cm de diámetro como las interacciones que producen menor diámetro de la corona radicular. Esto se debe a que en ausencia de hormonas los tejidos no se multiplican con la misma velocidad que en presencia de auxinas (Weaver, 1976); además la variedad más delicada para enraizar es v2 (Delphi), como lo manifiestan los registros de las fincas dedicadas a la propagación de esquejes de clavel.

CUADRO 16. Prueba de Tukey al 5% del diámetro de la corona para la interacción SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Media Diámetro de la corona (cm)
s4 h1 v3	Cascajo+mo; Hormonagro; Tundra	0.975 A
s3 h2 v3	Klasman+cascado; Rooting cut; Tundra	0.925 A B
s1 h2 v3	Klasman; Rooting cut; Tundra	0.875 A B C
s2 h2 v3	Klasman+cascarilla; Rooting cut; Tundra	0.825 A B C D
s3 h1 v3	Klasman+cascado; Hormonagro; Tundra	0.825 A B C D
s4 h2 v3	Cascajo+mo; Rooting cut; Tundra	0.825 A B C D
s2 h1 v3	Klasman+cascarilla;Hormonagro; Tundra	0.800 A B C D E
s1 h1 v3	Klasman; Hormonagro; Tundra	0.800 A B C D E
s2 h1 v1	Klasman+cascarilla; Hormonagro; Nelson	0.725 B C D E F
s2 h0 v3	Klasman+cascarilla; sin hormona; Tundra	0.725 B C D E F
s3 h0 v3	Klasman+cascado; sin hormona; Tundra	0.700 C D E F G
s1 h0 v3	Klasman; sin hormona; Tundra	0.675 C D E F G H
s4 h2 v1	Cascajo+mo; Rooting cut; Nelson	0.625 D E F G H I
s2 h2 v1	Klasman+cascarilla; Rooting cut; Nelson	0.625 D E F G H I
s4 h0 v3	Cascajo+mo; sin hormona; Tundra	0.625 D E F G H I
s1 h2 v2	Klasman; Rooting cut; Delphi	0.600 E F G H I J
s1 h2 v1	Klasman; Rooting cut; Nelson	0.600 E F G H I J
s1 h1 v1	Klasman; Hormonagro; Nelson	0.600 E F G H I J
s2 h1 v2	Klasman+cascarilla; Hormonagro; Delphi	0.575 F G H I J
s3 h1 v1	Klasman+cascado; Hormonagro; Nelson	0.575 F G H I J
s3 h2 v1	Klasman+cascado; Rooting cut; Nelson	0.575 F G H I J
s3 h0 v1	Klasman+cascado; sin hormona; Nelson	0.575 F G H I J
s2 h2 v2	Klasman+cascarilla; Rooting cut; Delphi	0.525 F G H I J
s2 h0 v1	Klasman+cascarilla; sin hormona; Nelson	0.525 F G H I J
s1 h0 v1	Klasman; sin hormona; Nelson	0.525 F G H I J
s4 h1 v1	Cascajo+mo; Hormonagro; Nelson	0.525 F G H I J
s4 h0 v1	Cascajo+mo; sin hormona; Nelson	0.525 F G H I J
s3 h2 v2	Klasman+cascado; Rooting cut; Delphi	0.500 G H I J
s3 h1 v2	Klasman+cascado; Hormonagro; Delphi	0.475 H I J
s4 h2 v2	Cascajo+mo; Rooting cut; Delphi	0.475 H I J
s4 h1 v2	Cascajo+mo; Hormonagro; Delphi	0.475 H I J
s1 h1 v2	Klasman; Hormonagro; Delphi	0.425 I J
s3 h0 v2	Klasman+cascado; sin hormona; Delphi	0.425 I J
s2 h0 v2	Klasman+cascarilla; sin hormona; Delphi	0.400 J
s1 h0 v2	Klasman; sin hormona; Delphi	0.400 J
s4 h0 v2	Cascajo+mo; sin hormona; Delphi	0.400 J

4.3. LONGITUD DE LA PLANTA

Del análisis de varianza para longitud de planta (Cuadro 17) se observa significancia estadística para repeticiones, sustratos e interacción SxV, no se encuentra significancia estadística para hormonas, variedades, e interacciones SxH, HxV, SxHxV. El promedio general fue 12.085 cm, los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron 16.69, 9.47 y 9.47 respectivamente, muy buenos y dan confiabilidad a la información obtenida.

CUADRO 17. Análisis de varianza para longitud de planta en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	
Total	143	347.67			
repeticiones	3	56.06	18.69	12.71	*
sustratos	3	26.56	8.85	6.02	*
Error a	9	10.99	1.22	0.83	
hormonas	2	8.08	4.04	2.75	ns
sustratos*hormonas	6	19.46	3.24	2.20	ns
Error b	24	49.59	2.07	1.40	
variedades	2	1.46	0.73	0.50	ns
sustratos*variedades	6	21.64	3.61	2.45	*
hormonas*variedades	4	12.97	3.24	2.20	ns
sustratos*hormonas*varieda..	12	34.97	2.91	1.98	ns
Error c	72	105.90	1.47		
PROMEDIO		8.62	cm		
CV (a)		16.69	%		
CV (b)		9.47	%		
CV (c)		9.47	%		

Del análisis de Tukey al 5% para sustratos (Cuadro 18 y gráfico 8) se aprecian dos rangos de significancia; a la cabeza del primero se encuentra s3 (Klasmann + cascajo) con un promedio de 13,425 cm y al final del segundo rango está s4 (cascajo + materia orgánica) con un promedio de 12.242 cm.

El sustrato Klasmann más cascajo (s3) provocó una mayor longitud de los esquejes (lo cual concuerda con lo observado en la variable peso), ya que al ganar longitud gana también peso fresco, debido a un buen proceso de enraizamiento. El sustrato cascajo más materia orgánica presenta una menor longitud de planta demostrando así que el proceso de enraizamiento que éste provoca en los esquejes no es el óptimo; sin embargo hay que destacar que el cascajo en mezcla es un buen sustrato pese a lo demostrado por Almendaris (2004) al enraizar Pungal quien indicó que

el cascajo sólo sin ningún otro sustrato provocó tallos muy cortos por lo que las propiedades del cascajo hay que saber aprovechar seleccionando cuidadosamente el sustrato con el que se puede mezclar para alcanzar buenos resultados. Hay que destacar además que una plántula muy larga no es considerada de buena calidad (sino más bien se dice que se ha elongado), pues lo interesante es que se incremente el número de nudos y no que se elongen sólo los entrenudos (Pizano, 2000).

Al no presentar significancia estadística para hormonas ni variedades se muestran en el cuadro 18 los promedios en donde se aprecian las diferencias matemáticas entre los diferentes factores en estudio.

La ausencia de significancia estadística para hormonas y variedades es muy importante, pues ello implica que la longitud de los mismos no está determinado ni por el uso de hormonas ni por el tipo de variedad; además como mencionó Pizano (2000) al hacer referencia al Acido Indol butirico IBA (principal componente de los productos usados en el ensayo) éste se desplaza muy poco manteniéndose cerca del sitio de aplicación; mencionó además que los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta, como pueden ser exceso en la elongación.

CUADRO 18. Prueba de Tukey al 5% y promedios de longitud de planta para sustratos, hormonas y variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Sustratos		Medias longitud de planta (cm)
s3	Klasmann + cascajo	13.425 A
s2	Klasmann + cascarilla de arroz	12.919 A B
s1	Klasmann	12.633 B
s4	Cascajo + materia orgánica	12.242 B
Hormonas		
h1	Hormonagro	13.019
h2	Rooting cut clavel	12.923
h0	sin hormona	12.473
Variedades		
v3	Tundra	12.946
v1	Nelson	12.748
v2	Delphi	12.721

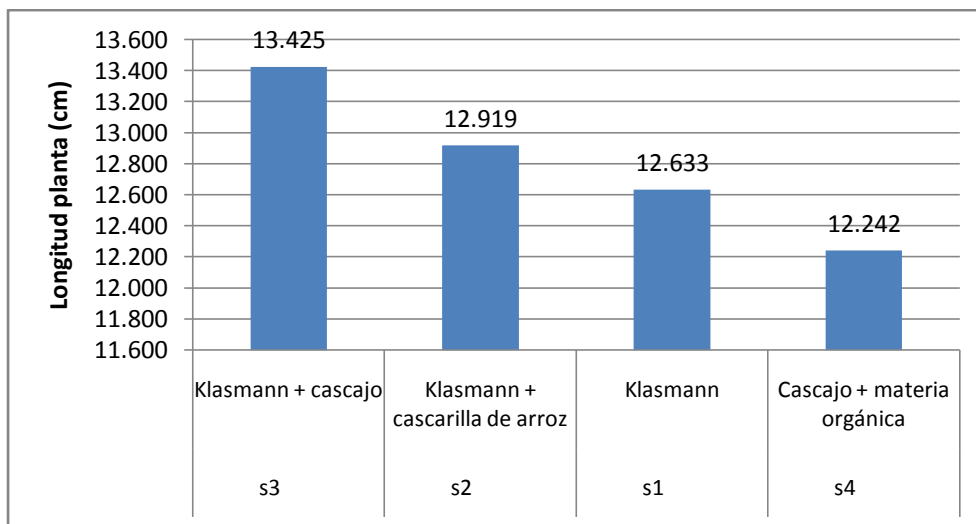


GRÁFICO 8. Longitud de planta para sustratos en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción SxV (Cuadro 19 y gráfico 9) se aprecian dos rangos de significancia, encontrándose en primer lugar con la mayor longitud de planta a s3v2 (Klasmann+cascajo, Delphi) con un promedio de 13.9 cm y al final del segundo rango se encuentra s1v2 (Klasmann, Delphi) con el promedio más bajo de 11.98 cm.

CUADRO 19. Prueba de Tukey al 5% de longitud de planta para la interacción SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias longitud planta (cm)
s3 v2	Klasmann+cascajo; Delphi	13.908 A
s1 v3	Klasmann; Tundra	13.558 A B
s3 v3	Klasmann+cascajo; Tundra	13.283 A B
s2 v1	Klasmann+cascarilla; Nelson	13.192 A B
s3 v1	Klasmann+cascajo; Nelson	13.083 A B
s2 v3	Klasmann+cascarilla; Tundra	12.908 A B
s2 v2	Klasmann+cascarilla; Delphi	12.658 A B
s4 v1	Cascajo+ materia organica; Nelson	12.358 A B
s1 v1	Klasmann; Nelson	12.358 A B
s4 v2	Cascajo+ materia organica; Delphi	12.333 A B
s4 v3	Cascajo+ materia organica; Tundra	12.033 B
s1 v2	Klasmann; Delphi	11.983 B

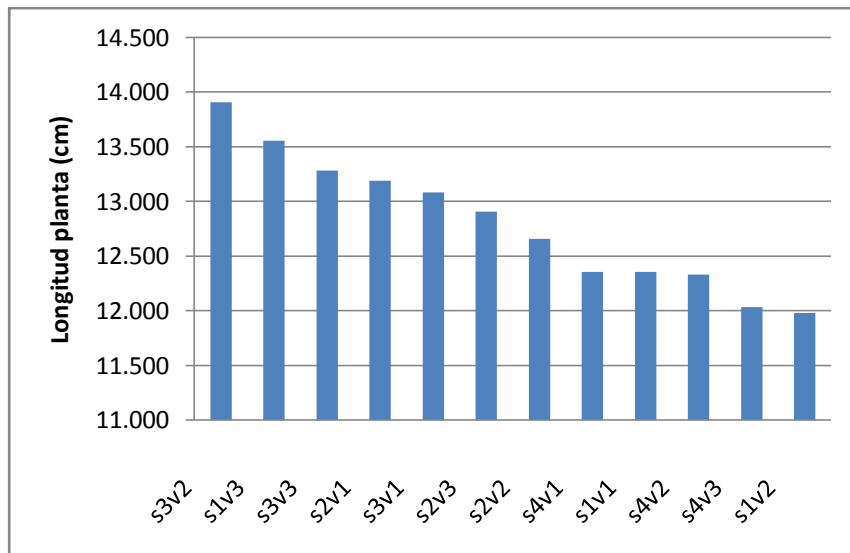


GRÁFICO 9. Longitud de planta para la interacción SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al no encontrar significancia estadística para las interacciones SxH, HxV y SxHxV se presentan en los cuadros 20, 21 y 22 los promedios en donde se aprecian las diferencias matemáticas entre las respectivas interacciones.

CUADRO 20. Promedios de longitud de planta para la interacción SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias long. Planta (cm)
s3 h1	Klasmann+cascajo; Hormonagro	13.725
s3 h2	Klasmann+cascajo; Rooting cut	13.367
s2 h1	Klasmann +cascarilla; Hormonagro	13.325
s1 h1	Klasmann; Hormonagro	13.283
s3 h0	Klasmann+cascajo; Sin hormona	13.183
s4 h2	Cascajo+mo; Rooting cut	13.092
s2 h2	Klasmann +cascarilla; Rooting cut	12.983
s2 h0	Klasmann +cascarilla; Sin hormona	12.450
s1 h0	Klasmann; sin hormona	12.367
s1 h2	Klasmann; Rooting cut	12.250
s4 h0	Cascajo+mo; Sin hormona	11.892
s4 h1	Cascajo+mo; Hormonagro	11.742

CUADRO 21. Promedios de longitud de planta para la interacción SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Promedio longitud de Planta (cm)
s3 h1 v2	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Delphi	14.900
s3 h2 v2	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Delphi	14.825
s2 h2 v1	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Nelson	14.400
s3 h0 v3	Klasmann+cascajo; Sin hormona; Tundra	14.125
s1 h1 v3	Klasmann; Hormonagro; Tundra	13.950
s2 h1 v2	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Delphi	13.875
s4 h2 v1	Cascajo+mo; Rooting cut; Nelson	13.725
s1 h2 v3	Klasmann; Rooting cut; Tundra	13.475
s3 h0 v1	Klasmann+cascajo; Sin hormona; Nelson	13.425
s3 h1 v1	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Nelson	13.350
s1 h0 v3	Klasmann; sin hormona; Tundra	13.250
s2 h1 v1	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Nelson	13.175
s2 h0 v3	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Tundra	13.125
s1 h1 v1	Klasmann; Hormonagro; Nelson	13.075
s2 h1 v3	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Tundra	12.925
s4 h2 v2	Cascajo+mo; Rooting cut; Delphi	12.925
s3 h1 v3	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Tundra	12.925
s1 h1 v2	Klasmann; Hormonagro; Delphi	12.825
s3 h2 v3	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Tundra	12.800
s2 h2 v3	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Tundra	12.675
s4 h2 v3	Cascajo+mo; Rooting cut; Tundra	12.625
s3 h2 v1	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Nelson	12.475
s2 h0 v2	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Delphi	12.225
s4 h1 v2	Cascajo+mo; Hormonagro; Delphi	12.075
s1 h2 v1	Klasmann; Rooting cut; Nelson	12.025
s4 h0 v2	Cascajo+mo; sin hormona; Delphi	12.000
s2 h0 v1	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Nelson	12.000
s3 h0 v2	Klasmann+cascajo; sin hormona; Delphi	12.000
s4 h0 v1	Cascajo+mo; sin hormona; Nelson	11.975
s1 h0 v1	Klasmann; sin hormona; Nelson	11.975
s1 h0 v2	Klasmann; sin hormona; Delphi	11.875
s2 h2 v2	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Delphi	11.875
s4 h1 v3	Cascajo+mo; Hormonagro; Tundra	11.775
s4 h0 v3	Cascajo+mo; sin hormona; Tundra	11.700
s4 h1 v1	Cascajo+mo; Hormonagro; Nelson	11.375
s1 h2 v2	Klasmann; Rooting cut; Delphi	11.250

CUADRO 22. Promedios de longitud de planta para la interacción HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Promedio longitud de Planta (cm)
h1 v2	Hormonagro; Delphi	13.419
h2 v1	Rooting cut; Nelson	13.156
h0 v3	Sin hormona; Tundra	13.050
h2 v3	Rooting cut; Tundra	12.894
h1 v3	Hormonagro; Tundra	12.894
h1 v1	Hormonagro; Nelson	12.744
h2 v2	Rooting cut; Delphi	12.719
h0 v1	Sin hormona; Nelson	12.344
h0 v2	Sin hormona; Delphi	12.025

4.4. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

En el análisis de varianza para número de hojas por planta (Cuadro 23) se detectó significancia estadística para repeticiones, sustratos, hormonas, variedades y la interacción SxH. El promedio general fue de 6.13 hojas planta⁻¹ y los coeficientes de variación fueron 10.06%, 9.51% y 8.32 % respectivamente.

CUADRO 23. Análisis de varianza para número de hojas por planta en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F
Total	143	91.07		
repeticiones	3	4.81	1.60	6.17 *
sustratos	3	3.22	1.07	4.13 *
Error a	9	3.46	0.38	1.48
hormonas	2	19.73	9.86	37.91 *
sustratos*hormonas	6	3.75	0.63	2.40 *
Error b	24	8.12	0.34	1.30
variedades	2	17.99	8.99	34.57 *
sustratos*variedades	6	1.97	0.33	1.26 ns
hormonas*variedades	4	5.51	1.38	5.29 *
sustratos*hormonas*varieda..	12	3.76	0.31	1.20 ns
Error c	72	18.74	0.26	
PROMEDIO		6.13	hojas	
CV (a)		10.06	%	
CV (b)		9.51	%	
CV (c)		8.32	%	

En la prueba de Tukey al 5% para sustratos (Cuadro 24 y gráfico 10) se aprecian dos rangos de significancia, encabezando el primero está s2 (Klasmann + cascarilla de arroz) con un promedio de 6.314 hojas planta⁻¹ y al final del segundo está s4 (cascajo + materia orgánica) con un promedio de 5.9 hojas planta⁻¹.

Para hormonas (Cuadro 24 y gráfico 11) se aprecian también dos rangos de significancia en el primero se encuentran h2 (Rooting cut) y h1 (Hormonagro) con un promedio de 6.438 y 6.354 hojas planta⁻¹ respectivamente y en el segundo rango está h0 (sin hormona) con un promedio de 5.613 hojas planta⁻¹.

Para variedades (Cuadro 24 y gráfico 12) se aprecian también dos rangos de significancia; encontrándose en el primero v2 (Delphi) con un promedio de 6.635 hojas planta⁻¹ y compartiendo el segundo rango se encuentran v1 y v3 (Nelson y Dakota) con un promedio de 5.89 y 5.88 hojas planta⁻¹ respectivamente.

CUADRO 24. Prueba Tukey al 5% del número de hojas por planta para sustratos, hormonas y variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Sustratos	Descripción	No.hojas planta ⁻¹ (u)	
s2	Klasmann + cascarilla de arroz	6.314	A
s3	Klasmann + cascajo	6.211	A B
s1	Klasmann	6.106	A B
s4	Cascajo + materia orgánica	5.908	B
Hormonas			
h2	Rooting cut clavel	6.438	A
h1	Hormonagro	6.354	A
h0	Sin hormona	5.613	B
Variedades			
v2	Delphi	6.635	A
v3	Tundra	5.890	B
v1	Nelson	5.879	B

El número de hojas por esqueje es una cualidad muy importante para la producción comercial de clavel, pues cada hoja representa un nuevo brote que dará lugar a un tallo floral, por lo que son muy importantes las respuestas obtenidas. Se puede observar que el mejor sustrato en cuanto al número de hojas es Klasmann más cascarilla de arroz (s2) por presentar buenas condiciones de aireación, drenaje y retención de humedad; por lo tanto Klasmann en mezcla con cascarilla de arroz (1-1) presentó un sinergismo con respecto al Klasmann puro, pues como manifestaron Hartman y Kester (1998) el sustrato debe proveer de nutrientes y humedad suficientes durante la etapa de

formación de nuevos tejidos; lo contrario ocurre con el cascajo más materia orgánica (s4), ya que presenta menor número de hojas.

En cuanto a hormonas la que provocó mayor número de hojas fue Rooting cut (h2) pues este producto tiene en su composición dos tipos de auxinas como son Acido Indol Butírico AIB y Acido Naftalen Acético ANA. En cuanto a variedades la diferencia está determinada por características propias de cada variedad; así Delphi presentó mayor número de hojas que las otras dos variedades, pues de acuerdo al catálogo de clavel (Hilverda 2009) Delphi es una variedad muy productiva.

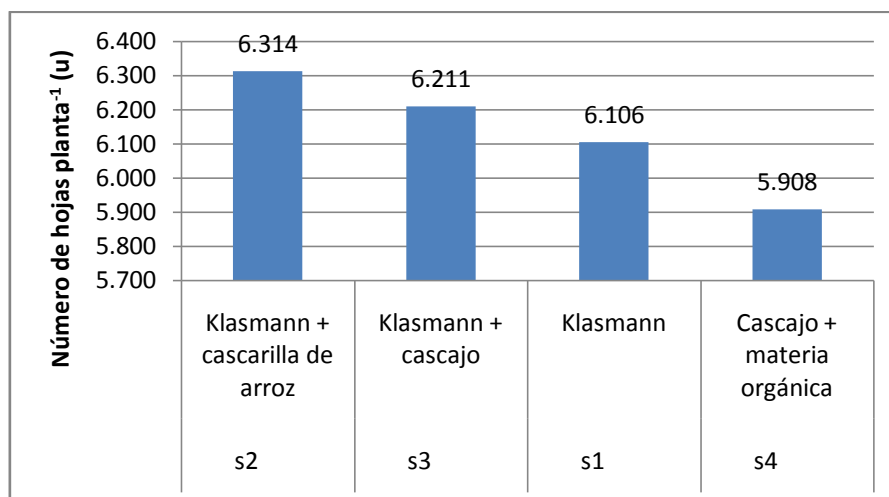


GRÁFICO 10. Número de hojas por planta para sustratos en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

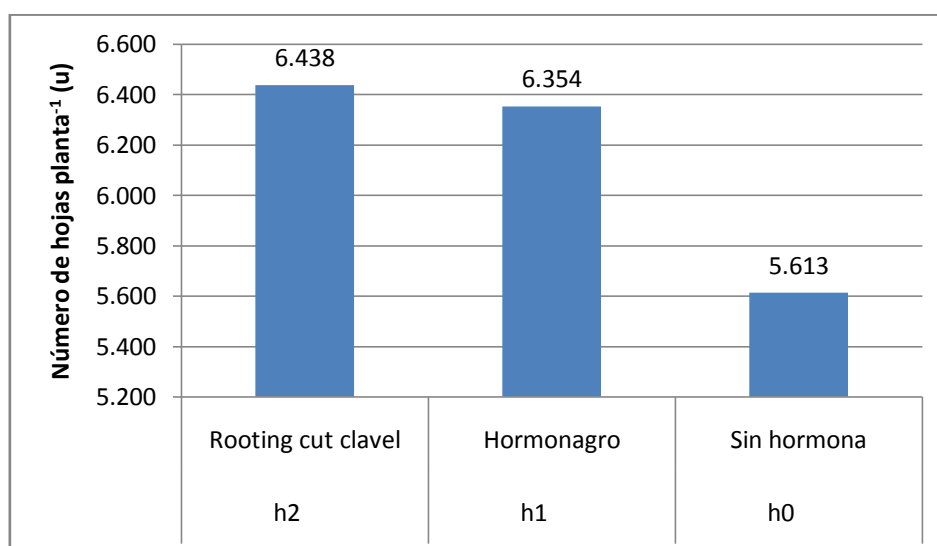


GRÁFICO 11. Número de hojas por planta para hormonas en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

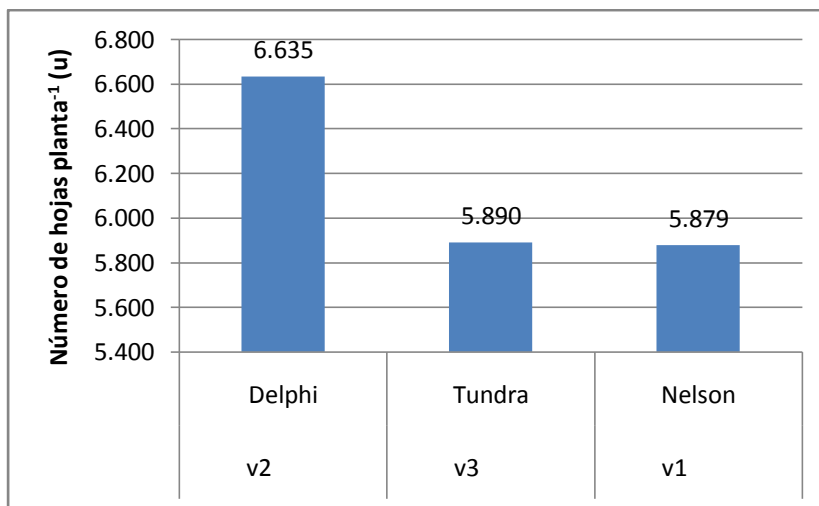


GRÁFICO 12. Número de hojas por planta para variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

En el cuadro 25 y gráfico 13 de la prueba de Tukey al 5 % para la interacción SxH se observan 5 rangos de significancia, encabezando el primero se encuentra s2h2 (Klasman + cascarilla de arroz, Rooting cut) con un promedio de 6.675 hojas planta⁻¹, mientras que al final del último rango se encuentra s4h0 (cascajo+materia orgánica, sin hormona) con un promedio de 5.275 hojas planta⁻¹.

CUADRO 25. Prueba Tukey al 5% del número de hojas por planta para la interacción SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias No. de hojas planta ⁻¹
s2 h2	Klasman+cascarilla; Rooting cut	6.675 A
s3 h2	Klasman+cascajo; Rooting cut	6.650 A
s1 h1	Klasman; Hormonagro	6.600 A B
s2 h1	Klasman+cascarilla; Hormonagro	6.367 A B C
s4 h1	Cascajo+mo; Hormonagro	6.300 A B C
s1 h2	Klasman; Rooting cut	6.275 A B C
s4 h2	Cascajo+mo; Rooting cut	6.150 A B C D
s3 h1	Klasman+cascajo; Hormonagro	6.150 A B C D
s2 h0	Klasman+cascarilla; sin hormona	5.900 B C D E
s3 h0	Klasman+cascajo; sin hormona	5.833 C D E
s1 h0	Klasman; sin hormona	5.442 D E
s4 h0	Cascajo+mo; sin hormona	5.275 E

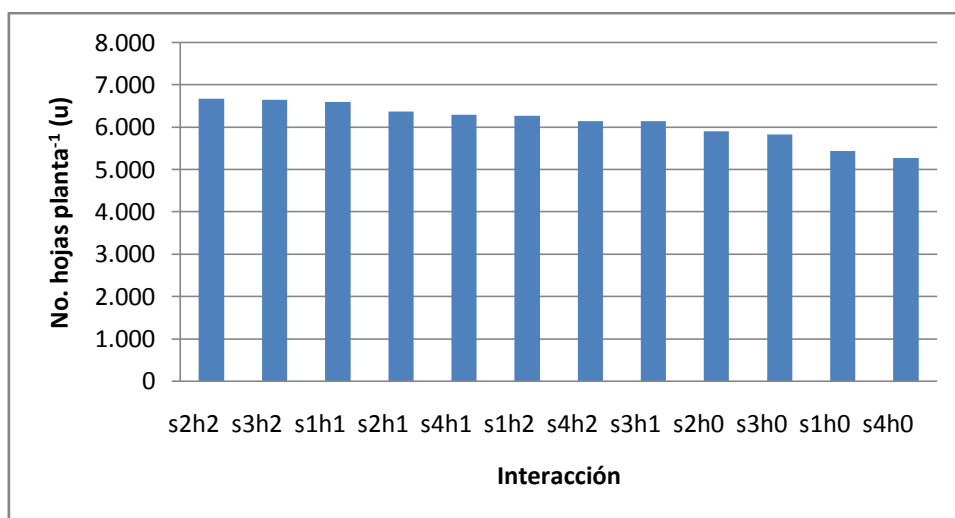


GRÁFICO 13. Número de hojas por planta para la interacción SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al no detectar significancia estadística para la interacción SxV se presenta el cuadro 26 de promedios donde se aprecia la diferencia matemática para la interacción.

CUADRO 26. Promedios del número de hojas por planta para la interacción SxVen la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias No. de hojas planta ⁻¹
s2 v2	Klasmann+cascarilla; Delphi	6.850
s3 v2	Klasmann+cascajo; Delphi	6.825
s1 v2	Klasmann; Delphi	6.467
s4 v2	Cascajo+materia orgánica; Delphi	6.400
s2 v1	Klasmann+cascarilla; Nelson	6.217
s3 v3	Klasmann+cascajo; Tundra	6.042
s1 v3	Klasmann; Tundra	6.008
s2 v3	Klasmann+cascarilla; Tundra	5.875
s1 v1	Klasmann; Nelson	5.842
s3 v1	Klasmann+cascajo; Nelson	5.767
s4 v1	Cascajo+materia orgánica; Nelson	5.692
s4 v3	Cascajo+materia orgánica; Tundra	5.633

En el cuadro 27 y gráfico 14 del número de hojas por planta para la interacción HxV se observan 5 rangos de significancia; en el primer rango se encuentran h1v2 y h2v2 (Delphi con Hormonagro y Rooting Cut) con un promedio de 7.1 y 6.9 hojas planta⁻¹ respectivamente, mientras que en el

último rango están h0v3 y h0 v1 (Tundra y Nelson sin hormona) con un promedio de 5.64 y 5.29 hojas planta⁻¹ respectivamente.

CUADRO 27. Prueba Tukey al 5% del número de hojas por planta para la interacción HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias No. de hojas planta ⁻¹
h1 v2	Hormonagro; Delphi	7.106 A
h2 v2	Rooting cut; Delphi	6.900 A B
h2 v1	Rooting cut; Nelson	6.456 B C
h1 v3	Hormonagro; Tundra	6.069 C D
h2 v3	Rooting cut; Tundra	5.956 C D
h0 v2	Sin hormona; Delphi	5.900 C D
h1 v1	Hormonagro; Nelson	5.888 C D
h0 v3	Sin hormona; Tundra	5.644 D E
h0 v1	Sin hormona; Nelson	5.294 E

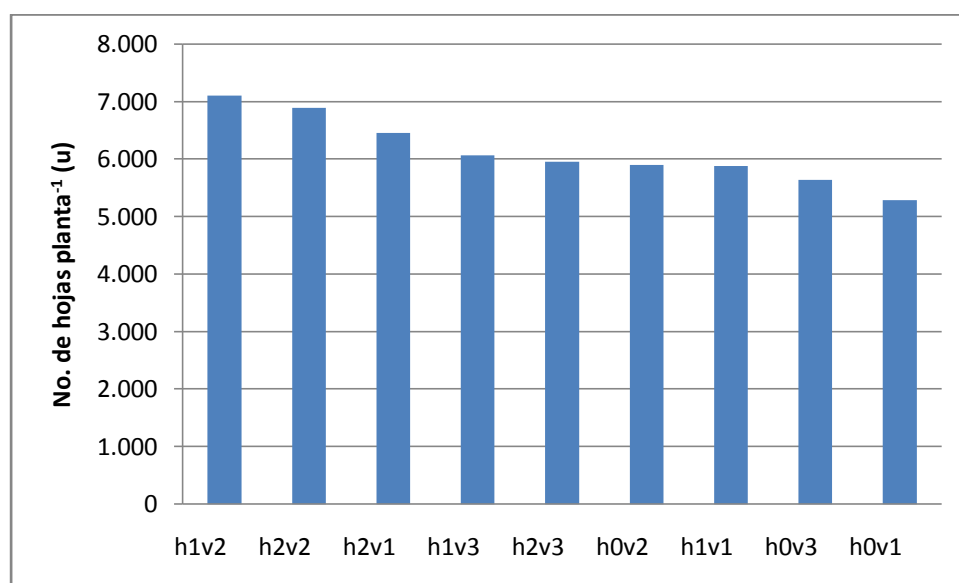


GRÁFICO 14. Número de hojas por planta para la interacción HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

CUADRO 28. Promedios del número de hojas por planta para la interacción SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Medias No. hojas planta ⁻¹ (u)
s3 h1 v2	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Delphi	7.275
s2 h1 v2	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Delphi	7.275
s3 h2 v2	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Delphi	7.225
s2 h2 v1	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Nelson	7.125
s2 h2 v2	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Delphi	7.000
s1 h1 v2	Klasmann; Hormonagro; Delphi	7.000
s4 h1 v2	Mascajo+m.o.; Hormonagro; Delphi	6.875
s1 h2 v2	Klasmann; Rooting cut; Delphi	6.775
s4 h2 v2	Mascajo+m.o.; Rooting cut; Delphi	6.600
s1 h1 v3	Klasmann; Hormonagro; Tundra	6.500
s3 h2 v1	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Nelson	6.475
s4 h2 v1	Mascajo+m.o.; Rooting cut; Nelson	6.300
s1 h1 v1	Klasmann; Hormonagro; Nelson	6.300
s2 h0 v2	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Delphi	6.275
s3 h2 v3	Klasmann+cascajo; Rooting cut; Tundra	6.250
s1 h2 v3	Klasmann; Rooting cut; Tundra	6.125
s4 h1 v3	Mascajo+m.o.; Hormonagro; Tundra	6.050
s2 h1 v1	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Nelson	6.000
s3 h0 v3	Klasmann+cascajo; sin hormona; Tundra	5.975
s3 h0 v2	Klasmann+cascajo; sin hormona; Delphi	5.975
s4 h1 v1	Mascajo+m.o.; Hormonagro; Nelson	5.975
s1 h2 v1	Klasmann; Rooting cut; Nelson	5.925
s3 h1 v3	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Tundra	5.900
s2 h0 v3	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Tundra	5.900
s2 h2 v3	Klasmann+cascarilla; Rooting cut; Tundra	5.900
s2 h1 v3	Klasmann+cascarilla; Hormonagro; Tundra	5.825
s4 h0 v2	Mascajo+m.o.; sin hormona; Delphi	5.725
s1 h0 v2	Klasmann; sin hormona; Delphi	5.625
s3 h0 v1	Klasmann+cascajo; sin hormona; Nelson	5.550
s4 h2 v3	Mascajo+m.o.; Rooting cut; Tundra	5.550
s2 h0 v1	Klasmann+cascarilla; sin hormona; Nelson	5.525
s1 h0 v3	Klasmann; sin hormona; Tundra	5.400
s1 h0 v1	Klasmann; sin hormona; Nelson	5.300
s4 h0 v3	Mascajo+m.o.; sin hormona; Tundra	5.300
s3 h1 v1	Klasmann+cascajo; Hormonagro; Nelson	5.275
s4 h0 v1	Mascajo+m.o.; sin hormona; Nelson	4.800

En el cuadro 28 de promedios para el número de hojas planta⁻¹ para la interacción SxHxV se observan las diferencias matemáticas entre la combinación de los diferentes niveles de los tres factores en estudio.

4.5. VOLUMEN DE RAÍZ

En el análisis de varianza (Cuadro 29) se presenta significancia estadística para repeticiones, sustratos, hormonas, SxH, variedades, SxV y HxV; y no se encuentra significancia estadística para la interacción SxHxV. El promedio general fue de 2.06 cm³. El coeficiente de variación tipo a fue de 41,19% que no da ninguna confiabilidad a la respuesta obtenida en cuanto a sustratos y se debe probablemente a la dificultad en ciertos sustratos de dejar a la raíz desnuda (sin ningún tipo de sustratos adherido a las mismas) para la medición del volumen, los coeficientes de variación tipo b y c fueron de 21.70 y 22.65% respectivamente mismos que dan confiabilidad a las respuestas obtenidas de hormonas, variedades y sus interacciones.

CUADRO 29. Análisis de varianza del volumen de raíz en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	
Total	143	140.00			
repeticiones	3	8.70	2.90	13.29	*
sustratos	3	14.71	4.90	22.47	*
Error a	9	6.45	0.72	3.28	
hormonas	2	53.94	26.97	123.58	*
sustratos*hormonas	6	3.89	0.65	2.97	*
Error b	24	4.69	0.20	0.89	
variedades	2	12.24	6.12	28.05	*
sustratos*variedades	6	4.07	0.68	3.11	*
hormonas*variedades	4	4.18	1.05	4.79	*
sustratos*hormonas*varieda..	12	11.41	0.95	4.36	ns
Error c	72	15.71	0.22		
PROMEDIO		2.06	cm ³		
CV (a)		41.19	%		
CV (b)		21.70	%		
CV (c)		22.65	%		

Al realizar la prueba de Tukey al 5% del volumen de raíz para sustratos (Cuadro 30 y gráfico 15) se observan 2 rangos de significancia encontrándose en el primero los sustratos que contienen Klasmann ya sea solo, con cascarilla de arroz o cascajo; s1 (Klasmann) da un promedio de 2.36

cm³; y en el segundo rango se encuentra únicamente s4 (cascajo + materia orgánica) con un promedio de 1.53 cm³.

El volumen de raíz indica la vigorosidad de la misma; además la decisión más importante (clave para el enraizamiento exitoso y vigoroso de los esquejes de clavel) reside en el sustrato utilizado (Pizano, 2000) en el cuadro 27 se aprecia que los sustratos con Klasmann son muy buenos para los procesos de enraizamiento; sin embargo Klasmann sólo presenta el mayor volumen de raíz considerado como el sustrato que contribuye a una mayor formación de raíces, pues como lo mencionan Abad et al. (1996) las turbas (Klasmann) son los componentes más utilizados en medios de cultivos de plantas ornamentales, debido a sus excelentes propiedades físicas, fisicoquímicas, químicas y biológicas, ya que adicionalmente estos materiales orgánicos presentan un efecto estimulador sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que se ha atribuido a la presencia de activadores del crecimiento como hormonas y sustancias húmicas. Sin embargo hay que destacar también el resultado obtenido y la importancia del Klasmann más cascarilla de arroz (s2), ya que este último presenta también buenas características físico-químicas y biológicas, pues es un sustrato orgánico de baja velocidad de descomposición, liviano, de buen drenaje, buena aireación y, sobre todo, su principal costo es el transporte (Calderón, 2002).

CUADRO 30. Prueba Tukey al 5% del volumen de raíz para sustratos, hormonas y variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Sustratos	Descripción	Volumen de Raíz (cm ³ planta ⁻¹)
S1	Klasmann	2.36 A
S2	Klasmann + cascarilla arroz	2.25 A
s3	Klasmann + cascajo	2.11 A
s4	Cascajo + materia orgánica	1.53 B
Hormonas		
h2	Rooting cut clavel	2.54 A
h1	Hormonagro	2.45 A
h0	Sin hormona	1.20 B
Variedades		
v3	Tundra	2.46 A
v1	Nelson	1.94 B
v2	Delphi	1.78 B

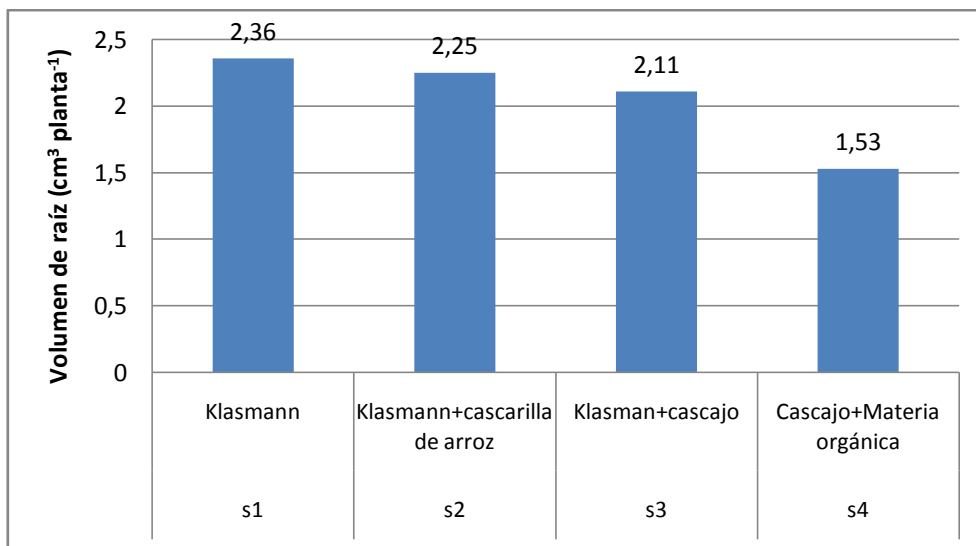


GRÁFICO 15. Volumen de raíz por planta para sustratos en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% para hormonas (Cuadro 30, gráfico 16) se presentan dos rangos de significancia; en el primero se encuentran los tratamientos con hormonas h2 (Rooting cut) tiene un promedio de 2.54 cm³; y en el segundo rango esta h0 (sin hormona) con un promedio de 1.2 cm³.

En esta variable es más notoria la importancia del uso de fitohormonas de enraizamiento, pues como lo manifestó Weaver (1976), entre las sustancias exógenas de enraizamiento están: Auxinas, giberelinas, citoquinina y etileno. Cada uno de éstos puede actuar como promotor en la formación de raíces o como inhibidor de acuerdo al lugar donde se encuentren y su concentración. Por lo que los esquejes tratados con Rooting cut y Hormonagro actúan como promotores en la formación de raíces; sin embargo Rooting cut presenta mayor volumen de raíces debido a que contiene dos tipos de auxinas Acido Alfa Naftalen Acetico ANA y Acido Indol Butirico AIB; este último presenta buenas características como señalaron Pizano (2000) y UCE (2007) quienes manifestaron que uno de los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina IBA (Ácido Indol Butirico), ya que tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta; además el IBA se desplaza muy poco reteniéndose cerca del sitio de aplicación y es un tipo de auxina fuertemente activa, ya que presenta un número par de carbonos en la cadena lateral, mientras que la auxina Acido alfa naftalenacético ANA único constituyente de Hormonagro es también recomendada para procesos de enraizamiento pero en altas concentraciones que pueden resultar tóxicas para la planta, por lo que su concentración debe ser muy baja. Además los resultados obtenidos concuerdan con lo determinado por Yun (2003) en

Ginsen y (Obando) 2010 en clavel, quienes demostraron que los tratamientos con IBA (Rooting cut) fueron más eficaces que con ANA (Hormonagro).

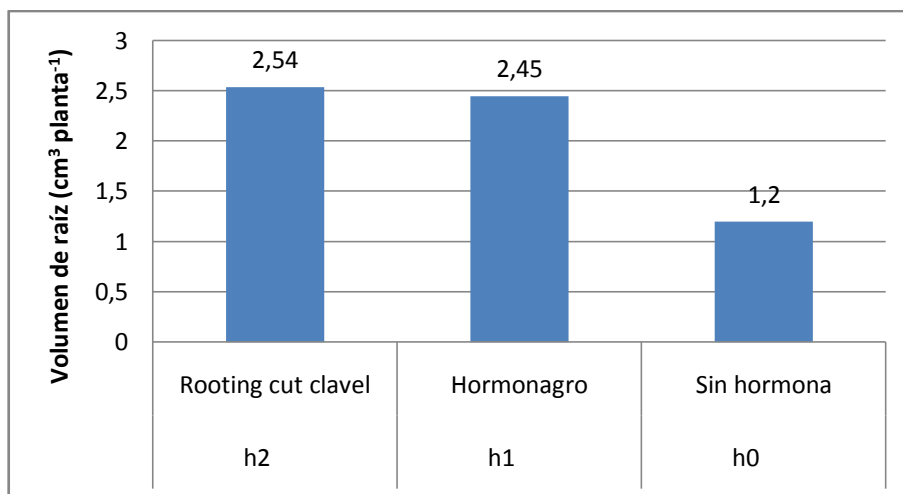


GRÁFICO 16. Volumen de raíz por planta para hormonas en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

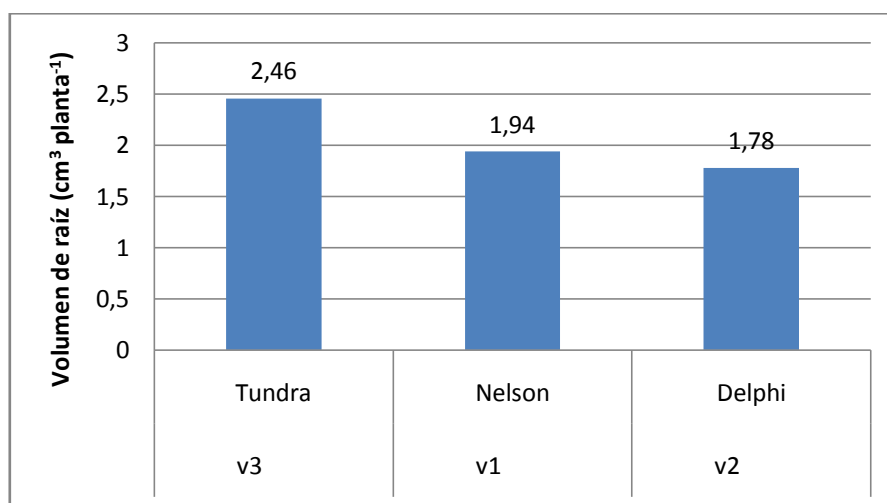


GRÁFICO 17. Volumen de raíz por planta para variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% del volumen de raíz para variedades (Cuadro 30, gráfico 17) se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el primero únicamente v3 (Tundra) con un promedio de 2.46 cm³ y luego en el segundo rango se encuentra v2 (Delphi) con un promedio de 1.78 cm³.

El mayor volumen de raíz presentado por la variedad Tundra está determinado principalmente por la vigorosidad propia de esta variedad y en la variable diámetro de la corona radicular; ésta presentó un mayor diámetro, por lo que existe mayor contacto físico a la aplicación de las hormonas y mayor superficie donde pueda emitir raíces, determinando así un mayor volumen de raíz en esta variedad. Lo contrario ocurre con la variedad Delphi, que es más delgada. Este resultado concuerda con lo obtenido por Obando (2010) al evaluar el enraizamiento de las variedades Nelson y Delphi, donde determinó que la variedad Delphi presentó el menor volumen radicular.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la interacción SxH (Cuadro 31 y gráfico 18) se aprecian seis rangos de significancia, encontrándose a la cabeza del primero s3h2 (Klasman + cascajo, Rooting Cut) con un promedio de 2.87 cm³ y a la cola del último rango se encuentra s4h0 (cascajo + materia orgánica) con un promedio de 0.89 cm³.

CUADRO 31. Tukey al 5% del volumen de raíz para SxH en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Promedio volumen de raíz (cm ³ planta ⁻¹)
S3h2	Klas + cascajo, Rooting cut	2.87 A
S2h2	Klas+casc. Arroz, Rooting cut	2.78 A
S2h1	Klas+casc. Arroz, Hormonagro	2.76 A
S1h2	Klasman, Rooting cut	2.71 A
S1h1	Klasman, Hormonagro	2.70 A
S3h1	Klas + cascajo, Hormonagro	2.43 A B
S4h1	Cascajo + m.o., Hormonagro	1.90 B C
S4h2	Cascajo + m.o., Rooting cut	1.79 B C D
S1h0	Klasman, Sin hormona	1.66 C D E
S2h0	Klas+casc. Arroz, Sin hormona	1.20 D E F
S3h0	Klas + cascajo, Sin hormona	1.03 E F
S4h0	Cascajo + m.o., Sin hormona	0.89 F

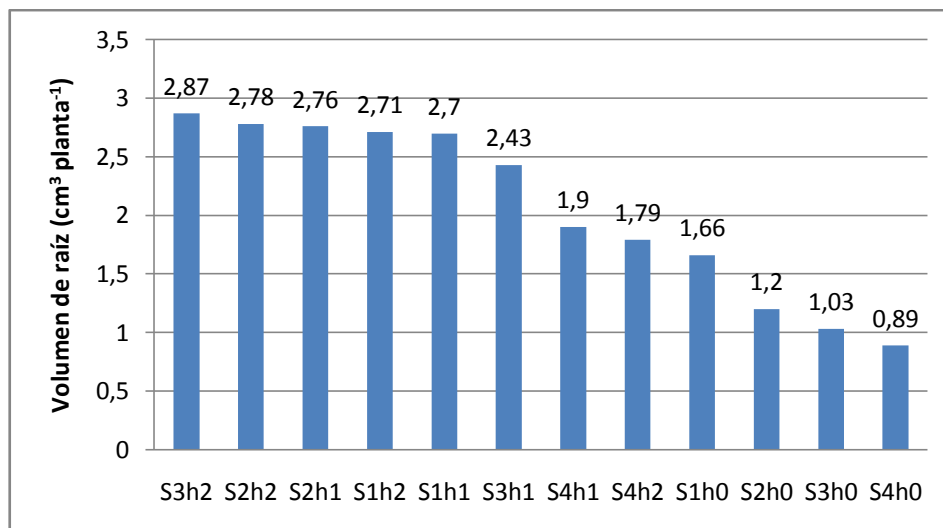


GRÁFICO 18. Volumen de raíz por planta para variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

CUADRO 32. Promedio del volumen de raíz para SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

INTERACCION	DESCRIPCIÓN	Promedio volumen de raíz (cm³ planta⁻¹)
s1v3	Klasmann, Tundra	3.02 A
s3v3	Klas + cascajo, Tundra	2.50 A B
s2v3	Klas+casc. Arroz, Tundra	2.40 A B C
s2v2	Klas+casc. Arroz, Delphi	2.32 B C
s1v1	Klasmann, Nelson	2.20 B C
s3v1	Klas + cascajo, Nelson	2.05 B C D
s2v1	Klas+casc. Arroz, Nelson	2.02 B C D
s4v3	Cascajo + m.o., Tundra	1.93 B C D
s1v2	Klasmann, Delphi	1.85 C D
s3v2	Klas + cascajo, Delphi	1.78 C D E
s4v1	Cascajo + m.o., Nelson	1.49 D E
s4v2	Cascajo + m.o., Delphi	1.17 E

En el cuadro 32 y gráfico 19 de prueba de Tukey al 5% para la interacción SxV se aprecian 5 rangos de significancia, encontrándose a la cabeza del primero s1v3 (Klasmann, Tundra) con un promedio de 3.02 cm³ y al final del último rango se encuentra s4v2 (cascajo + materia orgánica, Delphi) con un promedio de 1.17 cm³. En esta interacción se aprecia claramente la respuesta de la interacción del mejor sustrato y la mejor variedad como son Klasmann y Tundra siendo ésta la interacción que produce mayor volumen de raíz; así también la interacción que provocó menor volumen de raíz se constituyó por el peor sustrato y la peor variedad (Cascajo + materia orgánica , Delphi).

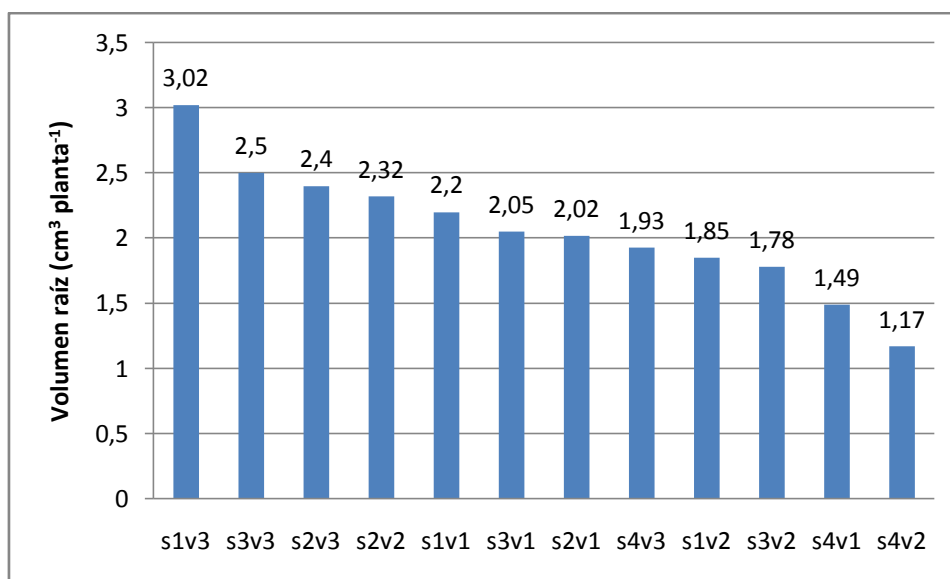


GRÁFICO 19. Volumen de raíz por planta para SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

En el cuadro 33 y gráfico 20 de la prueba de Tukey al 5% para la interacción HxV se presentan cinco rangos de significancia, encontrándose a la cabeza del primero h2v3 (Rooting cut, Tundra) con un promedio de 2.85 cm³ y al final del último rango se encuentra h0v2 (sin hormona, Delphi) con un promedio de 0.76 cm³. Este resultado está muy bien justificado pues como se demostró y mencionó anteriormente Rooting cut (IBA) fue el mejor enraizador y la variedad Tundra también alcanzó los mejores resultados; por lo tanto su interacción provocó el más alto volumen incluso que cada factor en forma individual.

CUADRO 33. Tukey al 5% del volumen de raíz para HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interacción	Descripción	Promedio volumen raíz (cm³ planta⁻¹)
h2v3	Rooting cut, Tundra	2.85 A
h1v3	Hormonagro, Tundra	2.68 A B
h1v1	Hormonagro, Nelson	2.56 A B C
h2v2	Rooting cut, Delphi	2.47 A B C
h2v1	Rooting cut, Nelson	2.29 B C D
h1v2	Hormonagro, Delphi	2.11 C D
h0v3	Sin hormona, Tundra	1.86 D
h0v1	Sin hormona, Nelson	0.97 E
h0v2	Sin hormona, Delphi	0.76 E

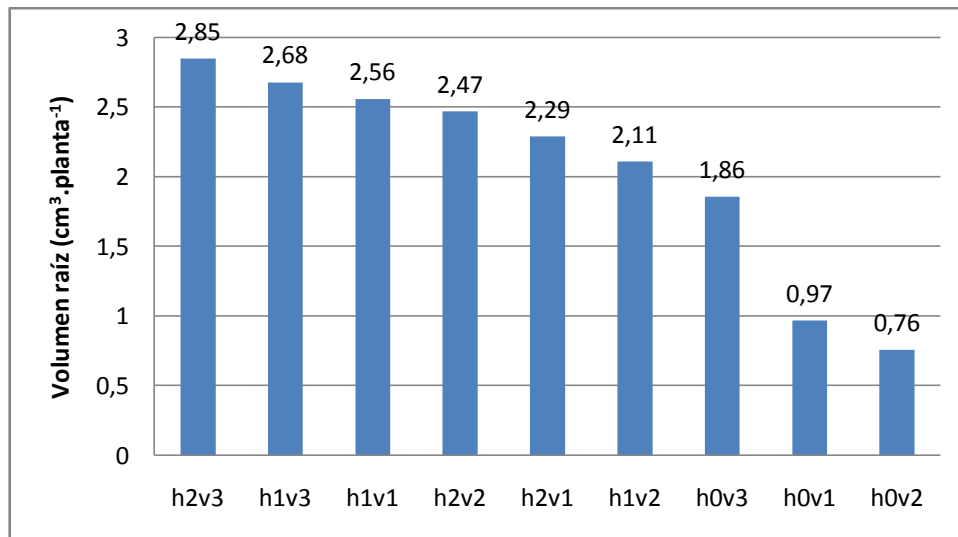


GRÁFICO 20. Volumen de raíz por planta para HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% para la interacción SxHxV (Cuadro 34 y gráfico 21) se aprecian doce rangos de significación encabezando el primer rango se encuentra s1h2v3 (Klasmann, Rooting cut, Tundra) con un promedio de 3.85 cm³ y al final del último rango está s4h0v2 (cascajo + materia orgánica, sin hormona, Delphi) con un promedio de 0.32 cm³.

En la interacción SxHxV se determinó como mejor a la interacción de Klasmann con Rooting cut en la variedad Tundra (s1h2v3), ya que presentó el mejor volumen radicular.

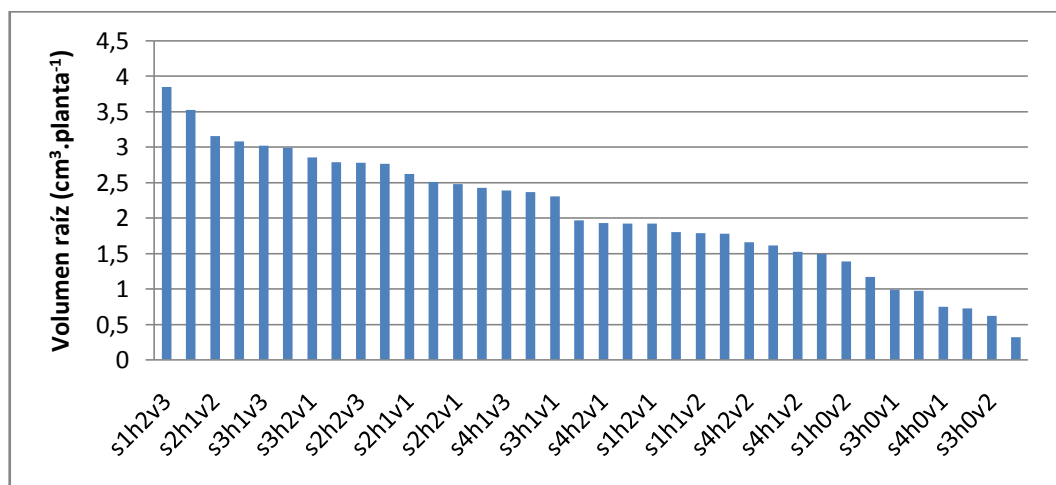


GRÁFICO 21. Volumen de raíz por planta para SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

CUADRO 34. Tukey al 5% del volumen de raíz para la interacción SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Int.	Descripción			Promedio volumen de raíz (cm ³ planta ⁻¹)															
s1h2v3	Klasmann	Rooting cut	Tundra	3.85	A														
s1h1v1	Klasmann	Hormonagro	Nelson	3.53	A	B													
s2h1v2	Klas+casc. arroz	Hormonagro	Delphi	3.16	A	B	C												
s2h2v2	Klas+casc. arroz	Rooting cut	Delphi	3.08	A	B	C	D											
s3h1v3	Klas + cascajo	Hormonagro	Tundra	3.02	A	B	C	D											
s3h2v3	Klas + cascajo	Rooting cut	Tundra	2.99	A	B	C	D											
s3h2v1	Klas + cascajo	Rooting cut	Nelson	2.86	A	B	C	D	E										
s1h1v3	Klasmann	Hormonagro	Tundra	2.79	A	B	C	D	E	F									
s2h2v3	Klas+casc. arroz	Rooting cut	Tundra	2.78	A	B	C	D	E	F									
s3h2v2	Klas + cascajo	Rooting cut	Delphi	2.77	A	B	C	D	E	F									
s2h1v1	Klas+casc. arroz	Hormonagro	Nelson	2.62	A	B	C	D	E	F	G								
s2h1v3	Klas+casc. arroz	Hormonagro	Tundra	2.51		B	C	D	E	F	G								
s2h2v1	Klas+casc. arroz	Rooting cut	Nelson	2.48		B	C	D	E	F	G	H							
s1h0v3	Klasmann	Sin hormona	Tundra	2.43		B	C	D	E	F	G	H							
s4h1v3	Cascajo + m.o.	Hormonagro	Tundra	2.39		B	C	D	E	F	G	H							
s1h2v2	Klasmann	Rooting cut	Delphi	2.37		B	C	D	E	F	G	H							
s3h1v1	Klas + cascajo	Hormonagro	Nelson	2.31		B	C	D	E	F	G	H	I						
s3h1v2	Klas + cascajo	Hormonagro	Delphi	1.97			C	D	E	F	G	H	I	J					
s4h2v1	Cascajo + m.o.	Rooting cut	Nelson	1.93			C	D	E	F	G	H	I	J	K				
s2h0v3	Klas+casc. arroz	Sin hormona	Tundra	1.92			C	D	E	F	G	H	I	J	K				
s1h2v1	Klasmann	Rooting cut	Nelson	1.92			C	D	E	F	G	H	I	J	K				
s4h1v1	Cascajo + m.o.	Hormonagro	Nelson	1.80				D	E	F	G	H	I	J	K				
s1h1v2	Klasmann	Hormonagro	Delphi	1.79				D	E	F	G	H	I	J	K				
s4h2v3	Cascajo + m.o.	Rooting cut	Tundra	1.78				D	E	F	G	H	I	J	K				
s4h2v2	Cascajo + m.o.	Rooting cut	Delphi	1.66					E	F	G	H	I	J	K				
s4h0v3	Cascajo + m.o.	Sin hormona	Tundra	1.61					E	F	G	H	I	J	K	L			
s4h1v2	Cascajo + m.o.	Hormonagro	Delphi	1.52						F	G	H	I	J	K	L			
s3h0v3	Klas + cascajo	Sin hormona	Tundra	1.49						F	G	H	I	J	K	L			
s1h0v2	Klasmann	Sin hormona	Delphi	1.39							G	H	I	J	K	L			
s1h0v1	Klasmann	Sin hormona	Nelson	1.17								H	I	J	K	L			
s3h0v1	Klas + cascajo	Sin hormona	Nelson	0.99										I	J	K	L		
s3h0v2	Klas+casc. arroz	Sin hormona	Nelson	0.97											J	K	L		
s4h0v1	Cascajo + m.o.	Sin hormona	Nelson	0.75												J	K	L	
s2h0v2	Klas+casc. arroz	Sin hormona	Delphi	0.72												J	K	L	
s3h0v2	Klas + cascajo	Sin hormona	Delphi	0.62													K	L	
s4h0v2	Cascajo + m.o.	Sin hormona	Delphi	0.32														L	

4.6. ESQUEJES ENRAIZADOS

En el análisis de varianza para esquejes enraizados (Cuadro 35) se presenta significancia estadística para sustratos, hormonas, variedades, HxV y SxHxV. El promedio general fue de 72.10 % de esquejes enraizados, los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron de 9.47, 12.08 y 13.36% respectivamente que dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 35. Análisis de varianza para porcentaje de esquejes enraizados en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	
Total	143	152986.70			
repeticiones	3	199.73	66.58	0.72	ns
sustratos	3	2124.04	708.01	7.63	*
Error a	9	419.80	46.64	0.50	
hormonas	2	92418.43	46209.22	497.70	*
sustratos*hormonas	6	882.39	147.06	1.58	ns
Error b	24	1823.57	75.98	0.82	
variedades	2	25620.45	12810.22	137.97	*
sustratos*variedades	6	697.92	116.32	1.25	ns
hormonas*variedades	4	19886.03	4971.51	53.55	*
sustratos*hormonas*varieda..	12	2229.42	185.78	2.00	*
Error c	72	6684.93	92.85		
PROMEDIO		72.10	% de esquejes enraizados		
CV (a)		9.47	%		
CV (b)		12.08	%		
CV (c)		13.36	%		

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para sustratos (Cuadro 36, gráfico 22) se aprecian tres rangos de significancia encontrándose a la cabeza del primero s1 (Klasman) con un promedio de 77.14 % de esquejes enraizados seguido de s2 (Klasman + cascarilla de arroz) y a la cola del tercer rango se encuentra s4 (cascajo + materia orgánica) con un promedio de 66.61 % de esquejes enraizados.

Según Pizano (2000) y Reed (1999) la decisión más importante (clave para el enraizamiento exitoso de los esquejes de clavel) reside en el sustrato utilizado que debe proporcionar al esqueje soporte, aireación, retención de agua y nutrientes para el desarrollo de las plántulas; el sustrato que demostró estas cualidades fue Klasman s1 ya que alcanzó el mayor porcentaje de esquejes enraizados, este producto llamado Base substrate tiene un pH balanceado, proveniente de turba. Se recomienda usarlo solo o en mezcla; sin embargo el resultado obtenido determina que es mejor usarlo solo, ya que produce mejores resultados, pero para abaratar costos se lo puede mezclar con cascarilla de arroz a una relación 1:1 que es el siguiente mejor resultado obtenido en este estudio, con un promedio de 73,63% de esquejes enraizados lo cual concuerda con lo demostrado por Anchali (2011) donde la cascarilla de arroz en mezcla da un muy buen resultado en cuanto a porcentaje de esquejes enraizados.

CUADRO 36. Prueba Tukey al 5% del porcentaje de esquejes enraizados para sustratos, hormonas y variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

	SUSTRATOS	Porcentaje de esquejes Enraizados (%)
s1	Klasmann	77.14 A
s2	Klas+casc. arroz	73.63 A B
s3	Klas + cascajo	71.04 B C
s4	Cascajo + m.o.	66.61 C
	HORMONAS	
h2	Rooting cut	92.88 A
h1	Hormonagro	86.99 B
h0	Sin hormona	36.44 C
	VARIEDADES	
v3	Tundra	90.96 A
v2	Delphi	63.05 B
v1	Nelson	62.29 B

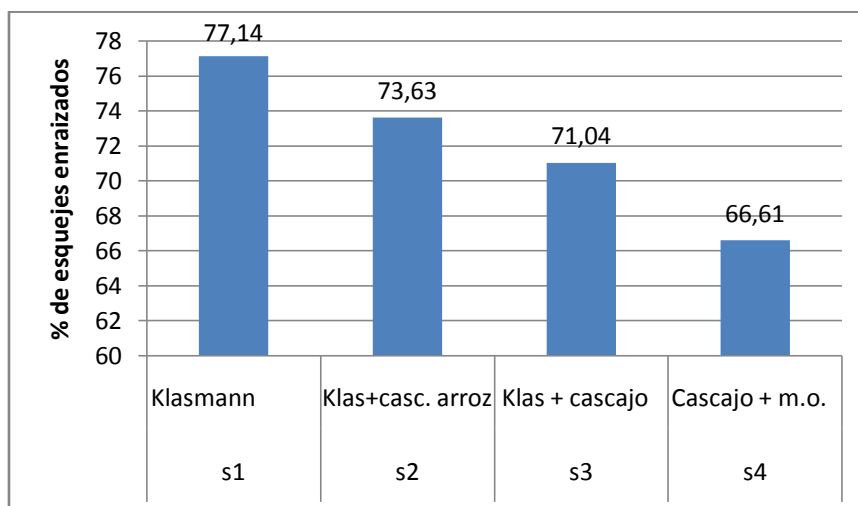


GRÁFICO 22. Porcentaje de esquejes enraizados para sustratos en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para hormonas (Cuadro 36, gráfico 23) se aprecian tres rangos de significancia, encontrándose en el primero h2 (Rooting cut) con un promedio de 92.88% de esquejes enraizados; en el segundo h1 (Hormonagro) con un promedio de 86.99 % de esquejes enraizados; y en el tercer rango se encuentra h0 (sin hormona) con un promedio de 36.44% de esquejes enraizados.

Las auxinas se producen casi continuamente por algunos tejidos de la planta; sin embargo no se acumulan en grandes cantidades (Weaver, 1976).

Soria (2007) en su compilado de información (UCE, 2007) manifestó que los compuestos sintéticos son más estables, de ahí el bajo porcentaje de esquejes enraizados obtenidos en el presente ensayo al no aplicar ningún tipo de hormona, pues los efectos favorables del uso de estimulantes de enraizamiento son: a) estimulación de la iniciación de las raíces; b) incremento del porcentaje de estacas que forman raíces; y c) la aceleración del tiempo de enraizamiento.

Según Weaver (1976), uno de los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina IBA (Ácido Indol Butirico) debido a que: a) tiene una actividad auxínica débil por lo que los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta; b) el IBA se desplaza muy poco reteniéndose cerca del sitio de aplicación; y c) el IBA es fuertemente activo ya que es un ácido con un número par de carbonos en la cadena lateral que lo hace activo. Otra auxina excelente utilizada con frecuencia en la emisión de raíces es el NAA (Ácido Naftalen-acético).

Además, un aspecto muy importante es que las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación; el IBA y el NAA provoca que un porcentaje más alto de estacas echen raíces en algunas especies que cualquiera de los dos utilizados por separado (Reed, 1999).

Los resultados obtenidos en este ensayo en cuanto a hormonas ratifican todo lo antes mencionado, pues como se ve en el Gráfico 23 Rooting cut produjo el porcentaje más alto de esquejes enraizados debido a que la composición de dicho producto está constituido de las principales auxinas encargadas de la estimulación del enraizamiento como son ANA (0.75 g L^{-1}) e IBA (2.25 g L^{-1}), como se ve este último se encuentra en mayor cantidad y es el que proporciona mejores cualidades al producto, mientras que Hormonagro tiene como componente únicamente ANA a razón de 0.4%.

Además lo obtenido en este ensayo concuerda con lo demostrado por Obando (2010) en su tesis donde el AIB alcanzó mayor porcentaje de esquejes de clavel enraizados que ANA y AIA, de igual forma que lo demostrado por Yun et al. (2003) en Ginsen demostrando que el AIB era la auxina más eficaz en la formación de raíces adventicias.

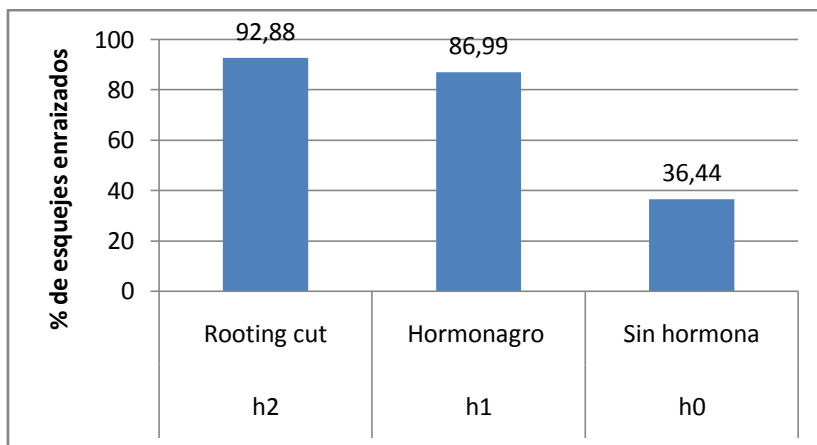


GRÁFICO 23. Porcentaje de esquejes enraizados para hormonas en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para variedades (Cuadro 36, gráfico 24) se aprecian dos rangos de significancia encontrándose en el primero v3 (Tundra) con un promedio de 99.96 % de esquejes enraizados, en el segundo y último rango se encuentran v2 y v1 (Delphi y Nelson) con un promedio de 63.05 y 62.29 % de esquejes enraizados respectivamente.

La variedad Tundra ha venido obteniendo los mejores resultados en las anteriores variables evaluadas y su explicación es repetitiva ya que la vigorosidad está relacionada con las reservas que tiene el esqueje, lo cual es un aspecto determinante tanto en la calidad de la producción como en este caso en la emisión de raíz.

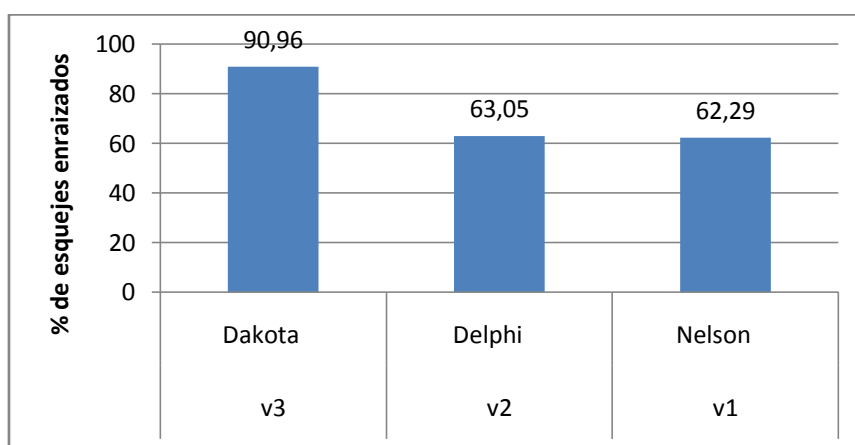


GRÁFICO 24. Porcentaje de esquejes enraizados para variedades en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al no detectar diferencias estadísticas para la interacción sustratos por hormonas se presenta el cuadro 37 con los promedios de dicha interacción donde se aprecian las mínimas diferencias que

son únicamente matemáticas, sin embargo se puede notar que la interacción que produjo el mayor porcentaje de enraizamiento es el resultado de la interacción entre Klasmann y Rooting cut que fueron los mejores al analizar los factores en forma individual.

CUADRO 37. Promedio del porcentaje de esquejes enraizados para sustratos por hormonas en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interac.	Descripción	Porcentaje de esquejes enraizados (%)
s1h2	Klasmann, Rooting cut	95.38
s2h2	Klas+casc. Arroz, Rooting cut	94.25
s1h1	Klasmann, Hormonagro	92.42
s3h2	Klas + cascajo, Rooting cut	91.12
s2h1	Klas+casc. Arroz, Hormonagro	90.99
s4h2	Cascajo + m.o., Rooting cut	90.77
s3h1	Klas + cascajo, Hormonagro	82.75
s4h1	Cascajo + m.o., Hormonagro	81.81
s1h0	Klasmann, Sin hormona	43.62
s3h0	Klas + cascajo, Sin hormona	39.25
s2h0	Klas+casc. Arroz, Sin hormona	35.63
s4h0	Cascajo + m.o., Sin hormona	27.26

En el cuadro 38 se presentan los promedios de la interacción sustratos por variedades ya que no se detectó en el análisis de varianzas estadísticas para ésta interacción, sin embargo se puede destacar que la interacción que produjo el mayor porcentaje de enraizamiento es el resultado de la interacción entre Klasmann y Tundra que produjeron los mejores resultados al analizar los factores en forma individual.

CUADRO 38. Promedio del porcentaje de esquejes enraizados para SxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interac	Descripción	Porcentaje de Esquejes Enraizados (%)
s1v3	Klasmann, Tundra	96.12
s3v3	Klas + cascajo, Tundra	94.10
s2v3	Klas+casc. Arroz, Tundra	92.26
s4v3	Cascajo + m.o., Tundra	81.38
s1v2	Klasmann, Delphi	68.62
s1v1	Klasmann, Nelson	66.68
s2v1	Klas+casc. Arroz, Nelson	64.92
s2v2	Klas+casc. Arroz, Delphi	63.70
s3v2	Klas + cascajo, Delphi	61.04
s4v1	Cascajo + m.o., Nelson	59.60
s4v2	Cascajo + m.o., Delphi	58.86
s3v1	Klas + cascajo, Nelson	57.98

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la interacción hormonas por variedades (Cuadro 39, gráfico 25) se aprecian cuatro rangos de significación encabezando el primer rango está h2v3 (Rooting cut, Tundra) con un promedio de 98.43 % de esquejes enraizados; y en el último rango se encuentran h0v2 y h0v1 (Delphi y Nelson sin hormona) con un promedio de 15.81 y 14.80 % de esquejes enraizados respectivamente.

Las interacciones de Rooting cut con las tres variedades dan muy buen porcentaje de esquejes enraizados; sin embargo la variedad Tundra (por sus propias características antes mencionadas) es la única variedad que funciona también con Hormonagro, provocando un buen porcentaje de esquejes enraizados, pues incluso esta variedad sin ninguna hormona presenta un porcentaje de esquejes enraizados considerable a diferencia de las otras dos variedades, como se aprecia claramente en el gráfico 25.

CUADRO 39. Prueba Tukey al 5% del porcentaje de esquejes enraizados para HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interac	Descripción	Porcentaje de esquejes enraizados (%)			
h2v3	Rooting cut, Tundra	98.43	A		
h1v3	Hormonagro, Tundra	95.76	A		
h2v1	Rooting cut, Nelson	90.57	A	B	
h2v2	Rooting cut, Delphi	89.64	A	B	
h1v2	Hormonagro, Delphi	83.71		B	C
h1v1	Hormonagro, Nelson	81.51		B	C
h0v3	Sin hormona, Tundra	78.70			C
h0v2	Sin hormona, Delphi	15.81			D
h0v1	Sin hormona, Nelson	14.80			D

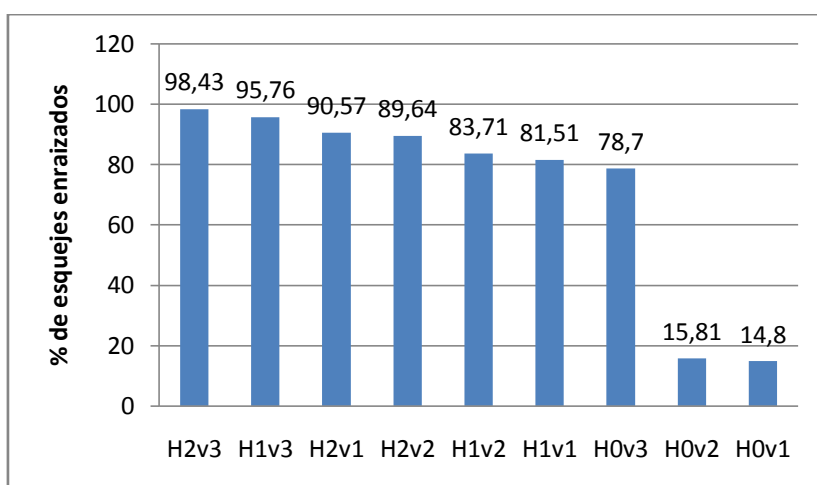


GRÁFICO 25. Porcentaje de esquejes enraizados para HxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la interacción SxHxV (Cuadro 40, gráfico 26) se aprecian cuatro rangos de significancia, encontrándose a la cabeza del primero con el 100 % de esquejes prendidos s2h2v3 (Klasmann + cascarilla de arroz, Rooting cut, Tundra), seguido de s1h2v3 (Klasmann, Rooting cut, Tundra) con un promedio de 99.69 % de esquejes prendidos, en el último rango se encuentran la mayoría de las interacciones que no tienen aplicación de hormona; al final de ésta se encuentra s3h0v2 (Klasmann + cascajo, sin hormona, Delphi) con un promedio de 9.46 % de esquejes enraizados.

CUADRO 40. Prueba Tukey al 5% del porcentaje de esquejes enraizados para SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Inter.	Descripción	Porcentaje esquejes enraizados (%)				
s2h2v3	Klas+casc. Arroz, Rooting cut, Tundra	100.00	A			
s1h2v3	Klasmann, Rooting cut, Tundra	99.69	A			
s3h2v3	Klas + cascajo, Rooting cut, Tundra	98.77	A			
s3h1v3	Klas + cascajo, Hormonagro, Tundra	97.19	A			
s2h1v3	Klas+casc. Arroz, Hormonagro, Tundra	97.15	A			
s1h1v3	Klasmann, Hormonagro, Tundra	96.78	A			
s4h2v3	Cascajo + m.o., Rooting cut, Tundra	95.25	A			
s2h2v1	Klas+casc. Arroz, Rooting cut, Nelson	94.75	A	B		
s1h2v1	Klasmann, Rooting cut, Nelson	93.29	A	B		
s1h2v2	Klasmann, Rooting cut, Delphi	93.17	A	B		
s4h1v3	Cascajo + m.o., Hormonagro, Tundra	91.93	A	B		
s1h0v3	Klasmann, Sin hormona, Tundra	91.90	A	B		
s1h1v1	Klasmann, Hormonagro, Nelson	91.54	A	B		
s4h2v2	Klas + cascajo, Rooting cut, Delphi	90.02	A	B		
s4h2v1	Cascajo + m.o., Rooting cut, Nelson	89.69	A	B		
s1h1v2	Klasmann, Hormonagro, Delphi	88.96	A	B		
s2h1v1	Klas+casc. Arroz, Hormonagro, Nelson	88.40	A	B		
s2h2v2	Klas+casc. Arroz, Rooting cut, Delphi	88.01	A	B		
s2h1v2	Klas+casc. Arroz, Hormonagro, Delphi	87.43	A	B		
s4h2v2	Cascajo + m.o, Rooting cut, Delphi	87.37	A	B		
s3h0v3	Klas + cascajo, Sin hormona, Tundra	86.33	A	B		
s3h2v1	Klas + cascajo, Rooting cut, Nelson	84.57	A	B		
s3h1v2	Klas + cascajo, Hormonagro, Delphi	83.64	A	B	C	
s2h0v3	Klas+casc. Arroz, Sin hormona, Tundra	79.62	A	B	C	
s4h1v1	Cascajo + m.o., Hormonagro, Nelson	78.69	A	B	C	
s4h1v2	Cascajo + m.o., Hormonagro, Delphi	74.82	A	B	C	
s3h1v1	Klas + cascajo, Hormonagro, Nelson	67.41		B	C	
s4h0v3	Cascajo + m.o., Sin hormona, Tundra	56.96			C	
s1h0v2	Klasmann, Sin hormona, Delphi	23.74				D
s3h0v1	Klas + cascajo, Sin hormona, Nelson	21.95				D
s2h0v2	Klas+casc. Arroz, Sin hormona, Delphi	15.66				D
s1h0v1	Klasmann, Sin hormona, Nelson	15.22				D
s4h0v2	Cascajo + m.o., Sin hormona, Delphi	14.38				D
s2h0v1	Klas+casc. Arroz, Sin hormona, Nelson	11.61				D
s4h0v1	Cascajo + m.o., Sin hormona, Nelson	10.44				D
s3h0v2	Klas + cascajo, Sin hormona, Delphi	9.46				D

Las interacciones en las que interviene la variedad Tundra son las que arrojan los mejores resultados; sin embargo la interacción Klasmann + cascarilla de arroz, Rooting cut y Tundra es la que ha alcanzado el máximo porcentaje de esquejes enraizados; además cabe destacar que la variedad Nelson con Rooting cut en Klasmann + cascarilla de arroz también provoca la mejor interacción para su variedad, y Delphi funciona muy bien con Rooting cut solo con Klasmann.

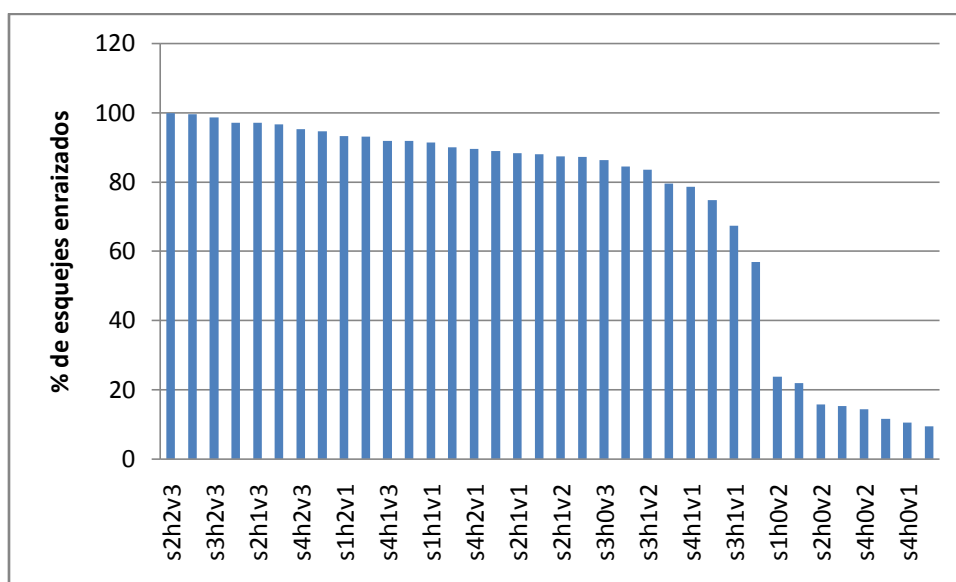


GRÁFICO 26. Porcentaje de esquejes enraizados para SxHxV en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

4.7. ANÁLISIS ECONÓMICO

Del análisis económico (Cuadro 41) calculado a partir de los datos del anexo 3. Se aprecia que las interacciones que no tienen aplicación de algún tipo de hormona de enraizamiento provocaron pérdidas. La interacción s4h0 (Cascajo+materia orgánica, sin hormona) provocó una pérdida de alrededor de 3572.30 USD; es decir, no constituye un ahorro dejar de aplicar hormonas para enraizar, ya que la cantidad de esquejes que enraízan sin la aplicación de hormonas es muy baja.

En la columna de costos que varían se aprecia que los tratamientos con Klasmann son los que presentan los más altos costos, principalmente los que usan como sustrato únicamente Klasmann, pues éste presenta un alto costo con relación a los componentes de los otros sustratos evaluados.

Para realizar el análisis de dominancia se eliminaron todos los tratamientos que provocaron pérdidas. A continuación se presentan las mejores interacciones (Cuadro 41), en el que se aprecia que el Cascajo + materia orgánica con Rooting Cut produce un beneficio neto de 138.67 USD; la

mejor interacción es s2h2 (Klasmann + cascarilla de arroz, Rooting cut) con un beneficio neto de 1055.06 USD en 1000 m² durante un mes que dura el enraizamiento.

CUADRO 41. Resumen del análisis marginal para las interacciones en la evaluación de sustratos y hormonas de enraizamiento en variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Latacunga, Cotopaxi 2011.

Interac.	Descripción	C q V (USD/1000 m²)	BN (USD/1000 m²)
s4h2	Cascajo + m.o., Rooting cut	6273,50	138,67
s2h1	Klas+casc. Arroz, Hormonagro	6566,76	1029,63
s3h1	Klas + cascajo, Hormonagro	6566,76	341,71
s2h2	Klas+casc. Arroz, Rooting cut	6813,50	1055,06
s3h2	Klas + cascajo, Rooting cut	6813,50	793,74
s1h1	Klasmann, Hormonagro	7136,76	579,02
s1h2	Klasmann, Rooting cut	7383,50	579,39

La tasa beneficio incremental/ costo incremental (Bi/Ci) propuesta por Calvache (2002) indica que:

$$\frac{Bi}{Ci} = \frac{1055.06-138.67}{6813.50-6273.50} = 1.697$$

Demostrando que por cada dólar invertido en la tecnología del uso de Klasmann+cascarilla de arroz con Rooting cut clavel, se recupera el dólar y se obtiene una rentabilidad del 0,0697 % en un mes.

5. CONCLUSIONES

- A. El mejor sustrato para enraizar esquejes de clavel fue s1 (Klasman), ya que presentó los mejores resultados en volumen de raíz y porcentaje de esquejes enraizados con un promedio de 2.36 mm/planta y 77.14% respectivamente.
- B. La mejor hormona de enraizamiento fue h2 (Rooting cut clavel) que influyó positivamente en el diámetro de la corona radicular (0.665 cm), número de hojas (6.438 hojas), volumen radicular (2.54 cm³) y porcentaje de esquejes enraizados (92,88%).
- C. La variedad v3 (Tundra) presentó las mejores características de enraizamiento en todas las variables, excepto para el número de hojas. Además esta variedad presentó buenos resultados con los diferentes sustratos especialmente con Klasman.
- D. La mejor interacción de los tres factores en estudio en cuanto al porcentaje de esquejes enraizados fue s2h2v3 (Klasman + cascarilla de arroz, Rooting cut clavel, Tundra), con un promedio del 100% de plantas enraizadas.
- E. Del análisis económico se obtiene que s2h2 (Klasman + cascarilla de arroz, Rooting cut) presentó el mejor beneficio neto de 1055.06 USD seguido de s2h1 (Klasman + cascarilla de arroz, Hormonagro) con un beneficio neto de 1029.63 USD y el tratamiento s4h0 (Cascajo + materia orgánica, sin hormona) produjo una pérdida de 3572.30 USD en 1000 m² durante un mes.

6. RECOMENDACIONES

- A. Enraizar en Klasmann + cascarilla de arroz con Rooting cut clavel para una producción comercial de esquejes enraizados, ya que arroja los mejores resultados económicos y las mejores respuestas técnicas.
- B. Analizar y promover uso de Klasmann en mezcla con diferentes sustratos como cascarilla de arroz o cascajo en diferentes proporciones para disminuir el costo y obtener esquejes de muy buena calidad con buen volumen radicular, peso de esqueje y con un gran número de hojas que garanticen un buen prendimiento, menor mortalidad y mayor producción.
- C. Realizar ensayos con proporciones menores de Klasmann y mayor cantidad de cascajo, debido a las bondades que presenta el mismo para abaratar costos.

7. RESUMEN

El ensayo “Evaluación de cuatro sustratos y dos hormonas de enraizamiento para tres variedades de clavel”, se realizó en la empresa florícola M&J Flowers, que se encuentra en el Barrio San Antonio de Calapicha, Parroquia Aláquez, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi ubicada a $00^{\circ} 13' 20''$ de Latitud Sur y a $78^{\circ} 30' 20''$ Longitud Oeste a una altitud de 3200 msnm. Los objetivos planteados fueron:

6. Determinar el mejor sustrato para enraizamiento de plántulas de clavel.
7. Identificar la mejor hormona para enraizamiento de plántulas de clavel.
8. Determinar la respuesta de las tres variedades a los diferentes sustratos y enraizantes de plántulas de clavel.
9. Identificar la interacción de los factores en estudio.
10. Realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio.

Los factores en estudio fueron: 1. Sustratos de enraizamiento (Klasmann, Klasmann + cascarilla de arroz, Klasmann + cascajo y Cascajo + material orgánica); 2. Hormonas de enraizamiento (Hormonagro, Rooting cut clavel y sin Hormona de enraizamiento); 3. Variedades (Delphi, Nelson y Tundra). Se aplicó un diseño de parcela dos veces dividida con cuatro repeticiones, en la parcela grande se dispuso los sustratos, en la sub parcela las hormonas de enraizamiento y en la sub sub parcela las variedades. Se realizó el análisis de varianza, los coeficientes de variación para cada variable y para las variables que presentaron diferencias estadísticas se aplicó pruebas de significancia de Tukey o DMS al 5%.

Las variables evaluadas fueron: Peso de los esquejes enraizados, volumen radicular al momento del trasplante, diámetro de la corona radicular, porcentaje de esquejes enraizados, longitud del esqueje, número de hojas y análisis económico costo-beneficio.

En el análisis de varianza del peso de esquejes enraizados se detectó diferencias significativas para sustratos, hormonas, variedades e interacción sustratos por hormonas. El promedio general fue de $7.56 \text{ g planta}^{-1}$ y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron: 28.38, 26.50 y 23.50 respectivamente.

En el diámetro de la corona se detectó diferencias significativas para hormonas, variedades, hormonas por variedades y sustratos por hormonas por variedades. El promedio general fue de 0.62 cm y los coeficientes de variación fueron 16.18, 16.18 y 10.82 respectivamente.

Del análisis de varianza para longitud de planta se detectó diferencias significativas para sustratos e interacción sustratos por variedades. El promedio general fue de 8.62 cm y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron: 16.69, 9.47 y 9.47 respectivamente.

En el número de hojas por planta se detectó diferencias significativas para sustratos, hormonas, variedades, sustratos por hormonas y hormonas por variedades. El promedio general fue de 6.13 hojas planta⁻¹ y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron: 10.06, 9.51, 8.32 % respectivamente.

En el análisis de varianza del volumen de raíz se presentó diferencias significativas para sustratos, hormonas, variedades y todas sus interacciones excepto sustratos por hormonas por variedades. El promedio general fue de 2.06 cm³ planta⁻¹ y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron: 41.19, 21.70 y 22.65 respectivamente.

Los esquejes enraizados presentaron diferencias significativas para sustratos, hormonas, variedades, hormonas por variedades y sustratos por hormonas por variedades. El promedio general fue de 72.10 % de esquejes enraizados y los coeficientes de variación tipo a, b y c fueron: 9.47, 12.08 y 13.36 % respectivamente.

En cumplimiento a los objetivos se determinó que el mejor sustrato para enraizar clavel fue Klasman pues presentó los mejores resultados en volumen de raíz (2.36 cm³) y porcentaje de esquejes enraizados (77.14%). La mejor hormona de enraizamiento fue Rooting cut clavel por presentar los mejores resultados en diámetro de la corona radicular (0.67 cm), número de hojas (6.438 hojas), volumen radicular (2.54 cm³) y porcentaje de esquejes enraizados (92.88 %). La variedad Tundra presentó los mejores resultados en todas las variables excepto para el número de hojas. La mejor interacción fue Klasman + cascarilla de arroz, Rooting cut clavel y Tundra con un promedio de 100 % de plantas enraizadas.

Económicamente hablando la mayor rentabilidad se obtiene al usar Klasman + cascarilla de arroz con Rooting cut clavel por presentar el mayor beneficio neto (1055.06 USD/1000 m²).

De lo anotado anteriormente se recomienda enraizar clavel en sustrato de Klasman + cascarilla de arroz (1:1) con Rooting cut clavel por los buenos resultados técnicos y económicos obtenidos.

ABSTRACT

The research work "Evaluation of four substrates and two rooting hormones for three varieties of carnation ", it was carried out in the company of flowers M&J Flowers that is in the Neighborhood San Antonio of Calapicha, Parish Aláquez, Canton Latacunga, County Cotopaxi located at 00° 57' 12" of South Latitude and at 78° 42' 28 West Longitude to an altitude of 3200 m. a. s. l. The outlined objectives were:

1. Determine the best substrate for rooting of carnation seedlings.
2. Identify the best rooting hormone to seedling carnation.
3. Determine the answer from the three varieties to the different substrates and rooting of carnation seedlings.
4. Identify the interaction of the factors in study.
5. Perform financial analysis of the treatments in study.

The factors studied were: 1. Rooting substrates (Klasmann, Klasmann + husk of rice, Klasmann + gravel and gravel + organic matter); 2. Rooting Hormones (Hormonagro, Rooting cut carnation and without rooting Hormone); 3. Varieties (Delphi, Nelson and Tundra). A split-plot twice with four replicates in the main plot was available substrates in the subplot of rooting hormones and the subplot varieties. It was carried out the variance analysis, the variation coefficients for each variable and for the variables that presented statistical differences it was applied tests of significance like Tukey or DMS to 5%.

The evaluated variables were: Weight of the rooted cuttings, root volume the moment of the transplant, root crown diameter, percentage of rooted cuttings, cutting length, number of leaves and analysis economic cost-benefit.

In the analysis of variance of the weight of rooted cuttings it was detected significant differences for substrates, hormones, varieties and interaction substrates for hormones. The general average was of 7.56 g/plant and the coefficients of variation type a, b and c they were: 28.38, 26.50 and 23.50 respectively.

Concerning crown diameter significant differences were detected for hormones, varieties, hormones for varieties and substrates for hormones for varieties. The general average was of 0.62 cm and the variation coefficients were 16.18, 16.18 and 10.82 respectively.

Of the variance analysis for plant longitude it was detected significant differences for substrates and interaction substrates for varieties. The general average was of 8.62 cm and the coefficients of variation type a, b and c they were: 16.69, 9.47 and 9.47 respectively.

In the number of leaves per plant it was detected significant differences for substrates, hormones, varieties, substrates for hormones and hormones for varieties. The general average was of 6.13 leaves plant⁻¹ and the coefficients of variation type a, b and c they were: 10.06, 9.51, and 8.32 % respectively.

In the analysis of variance of the root volume it was presented significant differences for substrates, hormones, varieties and all their interactions except substrates for hormones for varieties. The general average was of 2.06 cm³ and the coefficients of variation type a, b and c they were: 41.19, 21.70 and 22.65 respectively.

The Rooted cuttings presented significant differences for substrates, hormones, varieties, hormones for varieties and substrates for hormones for varieties. The general average was of 72.10% of rooted cuttings and the coefficients of variation type a, b and c they were: 9.47, 12.08 and 13.36% respectively.

In execution to the objectives it was determined that the best substrate for rooting carnation it was Klasmann because it presented the best results in root volume (2.36 cm³) and percentage of rooted cuttings (77.14%). The best rooting hormone was Rooting cut carnation that present the best results in root crown diameter (0.67 cm), number of leaves (6.438 leaves), root volume (2.54 cm³) and percentage of rooted cuttings (92.88%). The variety Tundra presented the best results in all the variables except for the number of leaves. The best interaction was Klasmann + husk of rice, Rooting cut carnation and Tundra with an average of 100% of rooted cuttings.

Economically speaking, the higher returns obtained by using Klasmann + husk of rice with Rooting cut carnation per present the greatest net benefit (1055.06 USD/1000 m²).

Of that scored previously it is recommended rooting carnation in substrate of Klasmann + husk of rice (1:1) with Rooting cut carnation per the good technical and economic results obtained.

8. PROPUESTA TÉCNICA

Para una producción comercial de esquejes enraizados de clavel se debe utilizar como principal enraizante Rooting cut clavel a una mezcla de 630 cm³ de agua destilada y 370 cm³ del producto, con sustrato en Klamann + cascarilla de arroz a una relación 1:1 ya que las plantas enraizadas con estos presentaron muy buenas características morfológicas y fisiológicas que generalmente conllevan a una buena producción de flor de corte, además se obtiene un mayor beneficio neto.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ABAD, M.; NOGERA, P.; NOGERA, V. 1996. Turbas para semilleros. In: II jornadas sobre semillas y semilleros hortícolas. (35 mar 96 Andalucía) Congreso. Andalucía, ES. Consejería de Agricultura y Pesca. p. 79-101
2. ABAD, M.; NOGERA, V. 1985. Las turbas como material primario de los sustratos hortícolas: Origen, propiedades y composición de las turbas naturales. Barcelona, ES. Ministerio de Agricultura y Pesca. p. 716-722
3. ALMENDARIS, R. 2004. Porcentaje de germinación del pungal (*Solanum crinitipeshbk.*) probando cuatro tipos de sustratos y cuatro tipos de coberteras. Tesis Ing. Agr. Bolívar, EC. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 100 p.
4. ANCHALI, M. 2011. Propagación vegetativa de tres variedades de (*Hypericum* sp) con tres enraizadores y tres sustratos orgánicos en dos sistemas de cultivo. Tesis Ingeniería Agropecuaria. Quito, EC. Escuela Politécnica del Ejército. 111p.
5. ANSORENA, M. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Madrid, ES. Mundi-Prensa. p.14-17
6. AREVALO, P. 2008. Rusia un importante mercado para la flor ecuatoriana. Revista especializada Ecuador y sus flores. (semestral)
7. BUENAÑO, J.; ROJAS, J. 1982, Evaluación de dos fitohormonas, tres medios de enraizamiento para tres cultivares de clavel *Dianthus caryophyllus*, en Monteserrín Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 83 p.
8. CABRERA R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo: Serie Horticultura. 5:5-11
9. CADAHIA, C. 2000. Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales. 2ed. Madrid, ES. Mundi-Prensa. p. 290-339
10. CALDERON, F. 2002. La cascarilla de arroz caolinizada, Una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos. Consultado 28 feb 2013 Disponible: www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/
11. CALDERON, F. y CEVALLOS F. 2001. Los Sustratos. Septiembre 2003. Consultado 28 feb 2013 Disponible: www.drcalderonlabs.com/publicaciones/los_sustratos
12. CARRILLO, M. et al. 1998. Obtención de biomasa a partir de la cascarilla de café. Málaga, ES. Universidad de Málaga. s. p.
13. DE BOODT M. ; O. VERDONCK. 1972. The physical properties of substrates in horticulture. Acta Hort. 26:337-344
14. DEVLIN, R. 1982. Fisiología vegetal. Barcelona, ES. Ediciones Omega. p. 353 – 437

15. FONTENO W. C. 1991. Media considerations for plug production. In Proceedings, Plug Symposium, International Floriculture Industry short Course. Texas. US. s.p.
16. GALARRAGA, S. 2004. Estudio de las principales plagas que afectan al cultivo de clavel, Tesina Especialidad en floricultura Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 46
17. GARCIA J. 2008. Evaluación de la cascarilla del café para utilizarse como sustrato en cultivo sin suelo de hortalizas. Tesis Maestro en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional, México, DF. Consultado 28 feb 2013. Disponible: <http://148.204.48.94.8080/dspace/handle/123456789/152>
18. GARCIA O. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. TERRA Latinoamericana. 19(3):249-258
19. GENEVINI P. 1997. Rice hull degradation by composting with dairy cattle slurry. Soil Sci. Plant Nutrition. 43:135-147
20. GUTIERREZ, J. 1991. Como cultivar claveles para exportación: Manual práctico del cultivador. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. p. 205
21. HARTMANN, H. ; KESTER, D. 1998. Propagación de plantas: principios y prácticas. México DF..MX. Continental. p. 757
22. HOWARD, E. 1973. Factors affecting the rooting response of plants to growth regulators application. Acta. Horticulturae. 34: 93 -106
23. LALAMA, M. 2008. Metodología de la Investigación Científica. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto Superior de Posgrado. 25 p.
24. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, EC.) 2008 Principales Plagas Cuarentenarias Para Rusia, Estados Unidos, Canadá, Unión Europea y otros mercados de Exportación de Ornamentales. Quito. p. 53
25. MARTINEZ M. 2004, Principales enfermedades del Clavel. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 4-6
26. MORA, L. 1999. Sustratos para cultivo sin suelo o hidroponía. San José, CR. Congreso Nacional de Suelos. p. 95-100
27. OBANDO, F. 2010. Evaluación de tres tipos de auxinas AIA, ANA y AIB para el enraizamiento de esquejes en dos variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Tesis Ing. Agr., Latacunga, EC. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. p. 74
28. OCHOA, R.; ROMERO, M. 1998. El Cultivo del Clavel. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Instituto de Posgrado, Programa de especialización en Floricultura. Módulo 6 p. 33
29. P. KOOLIJ and ZONEN B.V. Catálogo de variedades de clavel 2007-2008. Ámsterdam, NL. Edición Latino Americana. p. 8, 11, 14, 35

30. PÉREZ, G.; MARTINEZ. J. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Madrid,ES. Mundi-Prensa.p. 64-71
31. PIZANO, M. 2000. Clavel. Bogotá, CO. Hortitecnia. p. 181
32. REED, D. 1999, Agua, sustratos y Nutrición, Ball Publishing Batavia. Bogotá, CO. Hortitecnia. p. 96-139
33. REINOSO, I. 1996. Poligrafiado Principios de Economía Agrícola. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.10
34. RONQUILLO, C. 1998. El Cultivo del Clavel. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícola, Instituto de Posgrado, Programa de especialización en Floricultura. Módulo 6 p. 25
35. ROSS, C.; SALISBURY, F. 2000. Fisiología de la planta. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Madrid, ES. Iberoamericana. p. 571-580
36. SORIA. N. 2007. Fisiología Vegetal. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto Superior de Posgrado. p. 110-116
37. STRANSBURGER, E. 1935. Tratado de botánica. Trad. Por Arturo Caballero. 2 ed. Barcelona, ES. Manuel Marín. p. 47
38. TAIZ, L. ; ZEIGER, E. 2006. Fisiología Vegetal. Los Ángeles, US. Universitat Jaume. p. 664-669; 856-870
39. VACA, C. 2007. Evaluación de tres niveles de fertilizantes foliares en Clavel Estándar Tabacundo Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 3-4
40. VADEMECUM FLORICOLA. 2009. 6 ed. Quito, EC. Edifarm. p. 270, 438
41. VARGAS, M.; CALVACHE, M. 2001 Efectos de tres fuentes de materia orgánica y tres dosis de aplicación en dos variedades de clavel. Pujilí – Cotopaxi. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p 2-10
42. VELASCO E. 2004. Evaluación de sustratos y variedades en la producción protegida de jitomate. Revista Chapingo :Serie Horticultura. 10(2):239-246
43. VERDUGO, R. 2006. Evaluación técnica y económica de la cascarilla de arroz como sustrato para la producción de almácigos de hortalizas, Santiago de Chile, CL. Consultado 28 febrero 2013 Disponible: http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/2136/1/verdugo_gutierrez.pdf.
44. WEAVER, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México D F., MX. Trillas. p. 143-172
45. Yun-Soo Kim, Eun-Joo Hahn, Edward C. Yeung and Kee-Yoeup Paek 2003. Lateral Root Development and Saponin Accumulation as Affected by IBA or NAA in Adventitious Root Cultures of *Panax ginseng* C.A. Meyer. *In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant* 39(2):245-249 Consultado 28 de febrero 2013. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/4293603>

10. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos del ensayo experimental.

REPETICIÓN I							
	h1	h2	h0	h2	h1	h0	
s1							s3
s4							s2

REPETICIÓN II							
	h0	h2	h1	h2	h0	h1	
s2							s3
s1							s4

REPETICIÓN III							
	h1	h0	h2	h1	h2	h0	
s4							s1
s3							s2

REPETICIÓN IV							
	h0	h1	h2	h2	h0	h1	
s2							s4
s3							s1

- Parcela grande constituida por 3 bandejas de espuma flex.
- Sub parcela constituida por 1 bandeja de espuma flex.
- Sub sub parcela constituida por la tercera parte de la bandeja de espuma flex.

Anexo 2.Esquema de una Bandeja de enraizamiento y la disposición de la unidad experimental en la misma.

13 ORIFICIOS

[illegible]

Para fines de distribución uniforme se elimina 2 hileras.

Efecto de borde que se elimina.

- x Unidad experimental, esquejes que será sometido a las correspondientes mediciones.

Anexo 3. Análisis económico.

	0.011	rooting cut		costo m3	
Precio de campo planta	0.013	200 semanal	1000 m 1`plantas	plasma	120
Costo esqueje	0.008	45 usd litro	4 litros solucion	40 mil esquejes	cas arroz 6
		hormonagro			cascaj 6
		19 usd kg	25 mil plantas	mat org	12
67.6	10				2000 bandejas en 1000 m2
		676000 plant	16.9 l de Rooting		
		676000 plant	27.04 kg hormon		

ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL

Costos que varian														
1 jornal														
0.2														
Interac.	Descripción	RM 1000 m2	Rend ajust 5%	Benef bruto usd/parc	Costo esquej e	KLASMA	C. ARR	CASC	MO	Horm	Root	aplic	C q V	BN USD/1000m2
s1h2	Klasmann, Rooting cut	644768.8	612530.36	7962.89	5408.00	1200	0	0	0	0	760.5	15	7383.50	579.39
s2h2	klas+casc. Arroz, Rooting cut	637130.0	605273.50	7868.56	5408.00	600	30	0	0	0	760.5	15	6813.50	1055.06
s1h1	klasmann, Hormonagro	624759.2	593521.24	7715.78	5408.00	1200	0	0	0	513.76	0	15	7136.76	579.02
s3h2	klas + cascajo, Rooting cut	615971.2	585172.64	7607.24	5408.00	600	0	30	0	0	760.5	15	6813.50	793.74
s2h1	klas+casc. Arroz, Hormonagro	615092.4	584337.78	7596.39	5408.00	600	30	0	0	513.76	0	15	6566.76	1029.63
s4h2	Cascajo + m.o., Rooting cut	613605.2	582924.94	6412.17	5408.00	0	0	30	60	0	760.5	15	6273.50	138.67
s3h1	klas + cascajo, Hormonagro	559390.0	531420.50	6908.47	5408.00	600	0	30	0	513.76	0	15	6566.76	341.71
s4h1	Cascajo + m.o., Hormonagro	553035.6	525383.82	5779.22	5408.00	0	0	30	60	513.76	0	15	6026.76	-247.54
s1h0	klasma, Sin hormona	294871.2	280127.64	3641.66	5408.00	1200	0	0	0	0	0	0	6608.00	-2966.34
s3h0	klas + cascajo, Sin hormona	265330.0	252063.50	3276.83	5408.00	600	0	30	0	0	0	0	6038.00	-2761.17
s2h0	klas+casc. Arroz, Sin hormona	240858.8	228815.86	2974.61	5408.00	600	30	0	0	0	0	0	6038.00	-3063.39
s4h0	Cascajo + m.o., Sin hormona	184277.6	175063.72	1925.70	5408.00	0	0	30	60	0	0	0	5498.00	-3572.30

Anexo 4. Fotografías.



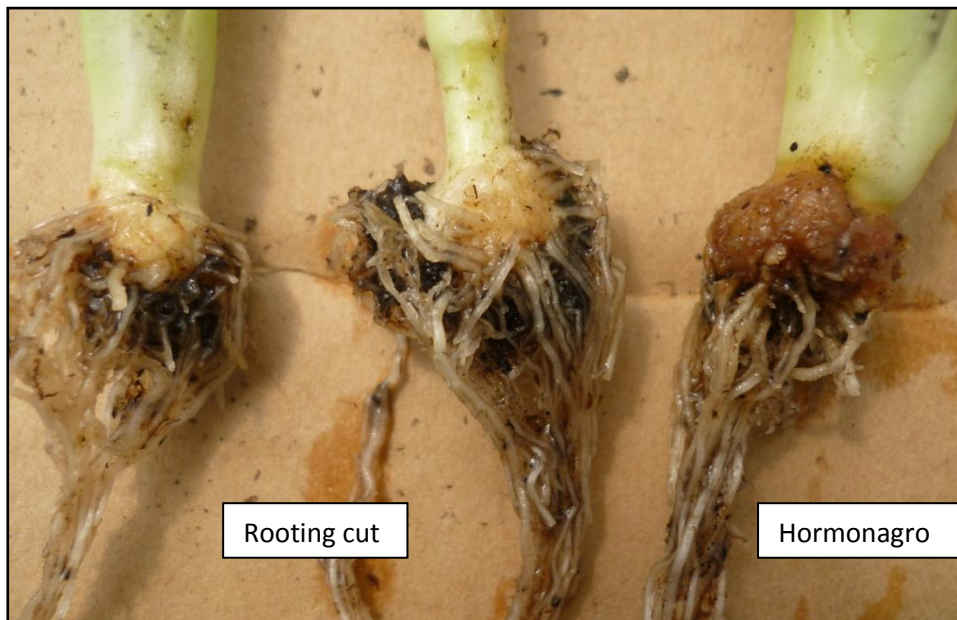
Fotografía 1. Distribución ensayo y sistema de riego



Fotografía 2. Primera repetición



Fotografía 3. Variedades evaluadas



Fotografía 4. Raíces producidas por los diferentes tipos de hormonas.



Fotografía 5. Raíces producidas sin hormonas